



LIVIC / INRETS-LCPC

ARCOS

Rapport final du thème 9
Convention DRAST N° 01 70037



20 mars 2005

(version PDF sans les annexes 2)

1 INTRODUCTION 3

2 TACHE T1, CONSTITUTION DES BANQUES DE DONNEES-RESULTATS STANDARDISEES (RESPONSABLE : INTEMPORA S.A.). 4

2.1 Objectifs 4

2.2 Travaux exécutés 4

- 2.2.1 Licences 4
- 2.2.2 Assistance et conversion 5
- 2.2.3 Base de données ARCOS 5
- 2.2.4 Partage de données 5

2.3 Conclusions 5

2.4 Schéma des bases de données ARCOS 6

3 TACHE T2, SPECIFICATION DES SCENARIOS DE TEST 7

3.1 Introduction 7

3.2 Scénarios d'évaluation par fonction 7

- 3.2.1 Critères d'évaluation 7
- 3.2.2 Scénarios pour « Prévenir les collisions » 8
- 3.2.3 Scénarios pour « Gérer les distances inter véhiculaires » 9
- 3.2.4 Scénarios pour « Prévenir les sortie de route » 10
- 3.2.5 Scénarios pour « Alerter les véhicules en amont » 11

3.3 Itinéraires d'essai 11

4 TACHE T3, EQUIPEMENT EXPERIMENTAL EMBARQUE 16

4.1 Introduction 16

4.2 Les livrables 16

- 4.2.1 Fourniture de véhicules 16
- 4.2.2 Equipement de localisation 17
- 4.2.3 Equipement de communication 18
- 4.2.4 Interfaces 20
- 4.2.5 Equipement de recueil de données 20
- 4.2.6 Equipement de contrôle commande 21
- 4.2.7 Equipement de perception 22
- 4.2.8 Intégration des équipements 22

5 CONCLUSION 23

ANNEXE 1 : Description du scénario « Prévenir les collisions »

ANNEXE 2 : Présentations des véhicules expérimentaux équipés pour ARCOS dans le cadre du thème 9

- véhicules du LIVIC et démonstrations associés
- Autres véhicules expérimentaux réalisés sous la direction du thème 9

1 Introduction

L'activité du thème 9 a consisté à réunir les moyens permettant d'effectuer les expérimentations prévues au programme d'ARCOS. Les actions suivantes du thème 9 ont été retenues :

T1 : constitution des banques de données-résultats standardisées

T2 : spécification de scénarios de test

T3 : équipement expérimental embarqué

Le présent rapport fait état des travaux effectués sur ces 3 tâches.

2 Tâche T1, Constitution des banques de données-résultats standardisées (Responsable : Intempora S.A.).

2.1 Objectifs

Le projet ARCOS a adopté le principe d'une plateforme d'acquisition de données commune, facilitant l'échange des scénarios et des algorithmes. Pour ce faire, il a été convenu de mettre à la disposition des entités chargées de l'intégration des fonctions sur les véhicules des licences ^{RT}Maps de la société Intempora. Il a été également proposé aux différents partenaires non intégrateurs de s'équiper en licences ^{RT}Maps à des conditions privilégiées pour leurs travaux de recherche sur le projet.

Le volume important des données générées au cours du projet a nécessité la spécification et la réalisation d'une base de données de plus haut niveau permettant de gérer les scénarios. Intempora a également eu pour tâche le stockage et la diffusion des données enregistrées par les différents partenaires.

2.2 Travaux exécutés

Les productions se répartissent en six livrables qui sont les suivants :

L1 : Spécification de bases de données ARCOS

L2 : Logiciel d'acquisition ^{RT}Maps (plateforme commune) et formation, documentation

L3 : Intégration et optimisation du système d'acquisition

L4 : Logiciel de traitement ^{RT}Maps (exploitation des résultats) et formation, documentation

L5 : Support pour la conversion des bases de données propriétaires au format ARCOS

L6 : Diffusion des bases de données auprès des partenaires sur support nomade

Notons que parmi les partenaires du projet ARCOS, certains laboratoires et industriels étaient déjà des utilisateurs confirmés du logiciel ^{RT}Maps.

2.2.1 Licences

Intempora a fourni comme convenu six licences réparties entre les partenaires intégrateurs selon un schéma prenant en compte l'existence de licences au sein des laboratoires:

LIVIC : 1 licence

ENSMP : 1 licence

UTC : 2 licences

LASMEA : 2 licences

Certains partenaires non intégrateurs ont souhaité acquérir des licences aux conditions ARCOS pour faciliter leur travail au sein du projet : échange simplifié des données et des

algorithmes, facilitation de transfert technologique entre partenaires (du LIVIC vers le LESCOT par exemple).

2.2.2 Assistance et conversion

Tout au long du projet, Intempora a répondu aux demandes de support des utilisateurs de ^{RT}Maps, et plus particulièrement à celles des nouveaux utilisateurs. Dans le cas du LESCOT, Intempora a fourni un outil spécifique au laboratoire leur permettant de reprendre progressivement leurs bases de données antérieures pour les adapter au format commun du projet.

2.2.3 Base de données ARCOS

Un format de base de données au niveau des scénarios a été défini par Intempora en accord avec les futurs utilisateurs de cette « méta-base ». Sa structure est disponible en annexe. Elle distingue une partie théorique qui correspond plutôt au travail des architectes de fonction et une partie réelle qui relève des manipulations réalisées par les intégrateurs et des traitements effectués par les partenaires.

L'intérêt de cette nouvelle base est important. Cependant, sa mise en place a été achevée tardivement du fait de sa conception et de sa réalisation durant le projet. Cet outil est maintenant au point, et sera précieux pour des projets similaires.

2.2.4 Partage de données

La tâche de réalisation de la base conçue par Intempora n'avait pas été explicitement prévue. Elle a été prise en charge par Intempora afin de faciliter le recueil et le partage des données. Une solution accessible par site Web a été substituée par une gestion sur ordinateur portable, ce qui permet son utilisation malgré le déroulement nécessairement tardif des expérimentations.

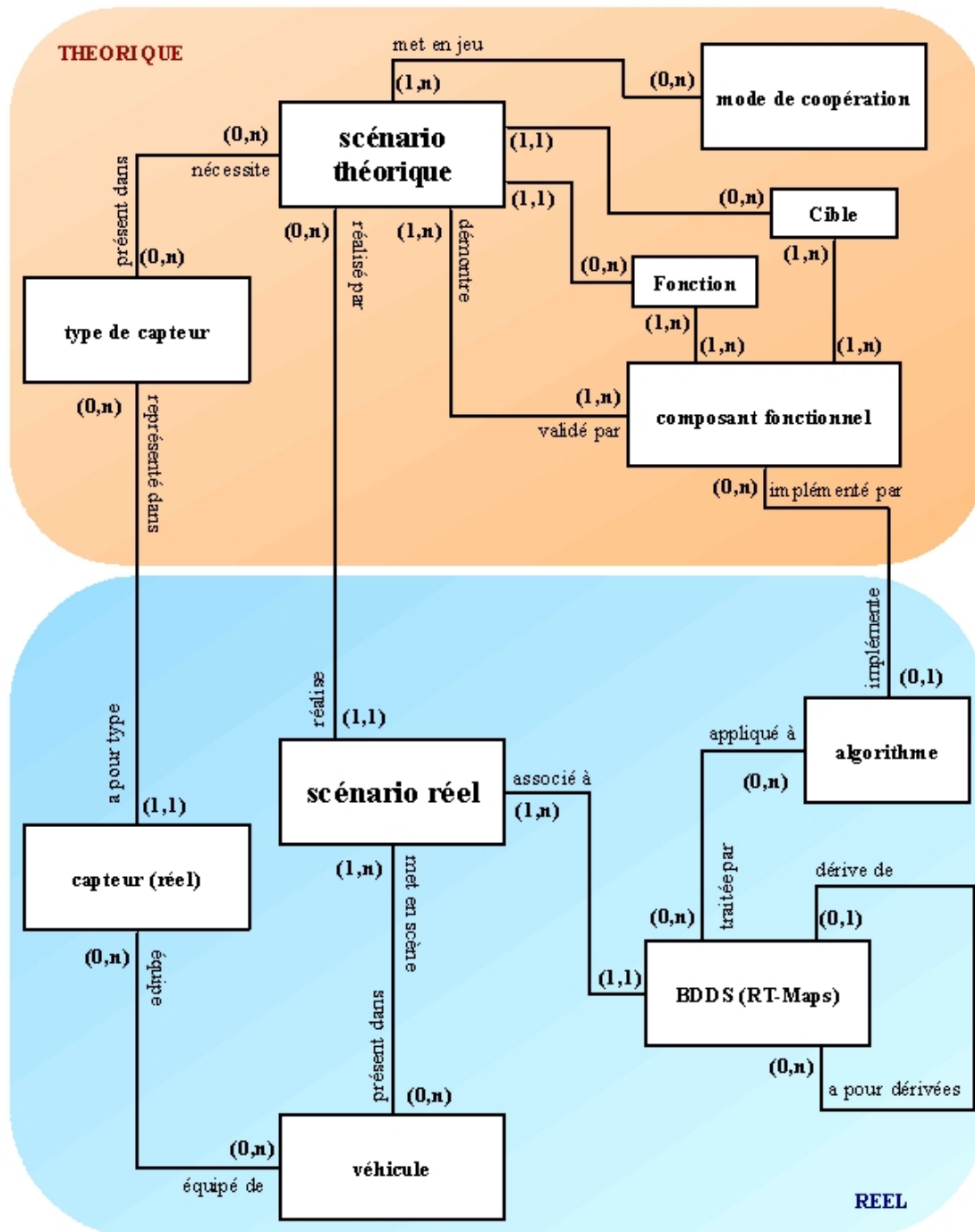
2.3 Conclusions

La plupart des intégrateurs et des partenaires ont adopté la vision de partage et de coopération proposée par le projet et concrétisée par la plateforme commune ^{RT}Maps et le concept de base de données ARCOS. Cette stratégie a rendu possible un niveau de coopération inattendu sur un projet d'une telle envergure et de respecter les contraintes de temps et de qualité.

Les données enregistrées qui ont été transmises à Intempora seront conservées et pourront être mises à disposition de projets futurs si besoin.

La base de données ARCOS a été conçue dans un objectif de réutilisabilité. Elle a été achevée au terme du projet et sera disponible dès le départ de tout nouveau projet impliquant Intempora.

2.4 Schéma des bases de données ARCOS



3 Tâche T2, spécification des scénarios de test

3.1 Introduction

L'objectif est de préciser l'environnement de développement et de test pour les fonctions ou sous-fonctions ARCOS. Les idées initiales sur les modèles d'interactions et facteurs influençants ont été intégrées dans le développement de scénarios d'évaluation des fonctions.

Les scénarios d'évaluation sont associés aux composants fonctionnels des quatre fonctions ARCOS présentés dans la version 6 de l'analyse fonctionnelle de février 2003. L'objectif principal de cette phase de projet, est d'identifier, sur la base de la caractérisation des composants fonctionnels, un premier niveau de « réponse produit » par la réalisation de programmes de mise en situation.

La mise au point des scénarios est réalisée dans le cadre de la mission des architectes de fonction, mais ce travail est fortement corrélé avec les besoins et ressources du thème 9 par leur impact sur les moyens expérimentaux à mettre en œuvre.

On retrouve en particulier dans les documents scénarios présentés ci-dessous :
les critères d'évaluation,
la description des scénarios,
les itinéraires d'essai.

La description des travaux effectués sur les véhicules d'essai est donnée au chapitre suivant. Ces travaux font l'objet de la tâche T3 de la convention.

3.2 Scénarios d'évaluation par fonction

3.2.1 Critères d'évaluation

Ces critères sont décrits en détail dans le document annexé « Prévenir les collisions, scénarios d'évaluation » ref.1222/ VIL/NT/007 (présenté en exemple du travail effectué sur les 4 fonctions).

Les critères d'évaluation font intégralement partie des scénarios d'évaluation. Ils dépendent du type de prestations offertes par les fonctions.

La fonction interdistance est basée sur la gestion d'une distance entre deux véhicules. Dans ce cas, les critères d'évaluation peuvent être les suivants : précision dans les calculs de la distance entre les véhicules, temps de réaction du système face à des mécanismes de changements de voies de circulation, tels que déboîtement, insertion, etc.

Les fonctions collisions et sorties de route concernent plutôt des mécanismes de détection (obstacles ou bords de voies, selon la fonction) et des calculs de trajectoires qui permettent

d'évaluer des risques de collision ou de sorties de voie. Dans ces cas, les critères d'évaluation sont plutôt parmi les suivants :

fiabilité des détections : obstacles ou bords de voies,
précision dans les calculs : distances, trajectoires, risque, temps avant collision (TTC), temps avant sortie de voie (TLC).

Enfin, la fonction alerte consiste à recevoir des alertes émises par des véhicules ou des structures liées à l'infrastructure routière. L'efficacité du système est liée à sa capacité à restituer aux conducteurs concernés des alertes pertinentes à un moment adapté pour leur donner le temps de réagir à l'information ou à la consigne délivrée. Dans ce cas, les critères d'évaluation peuvent être les suivants :

portée du dispositif,
taux de réception des alertes émises,
capacité de filtrage des alertes non pertinentes.

3.2.2 Scénarios pour « Prévenir les collisions »

Ces scénarios sont décrits en détail dans le document annexé « Prévenir les collisions, scénarios d'évaluation » ref.1222/ VIL/NT/007 (présenté en exemple du travail effectué sur les 4 fonctions).

Cible 1

Les scénarios étudiés dans ARCOS en cible 1, concernent le niveau *DELEGATION D'ACTION*, et en particulier le mode **automatique**.

Les scénarios proposés ont pour objectif de tester l'aptitude du système à détecter un obstacle de faibles dimensions dans la voie, dans les limites de caractérisation des composants fonctionnels (largeur 0,3 m, hauteur 1 m). La capacité du système à déclencher un freinage automatique de manière à s'arrêter avant la collision, lorsque celle-ci semble inévitable, est également évaluée. L'absence de fausse alarme (et donc de déclenchement d'un freinage inapproprié) est également contrôlée via les objets de bord de voie.

La robustesse du système est étalonnée en faisant varier les obstacles (piéton, 2 roues, VL), la section de route (ligne droite ou section courbe) et la vitesse des obstacles (fixes ou mobiles).

Cible 2

Les scénarios étudiés dans ARCOS en cible 2, concernent le niveau *CONTRÔLE MUTUEL*, modes **avertissement, suggestion d'action**.

Les scénarios permettent de tester l'aptitude du système à détecter un obstacle, qui se signale de manière coopérative, suffisamment tôt pour avertir le conducteur et lui permettre d'engager une manœuvre appropriée (arrêt ou évitement). La capacité du système à déclencher un freinage automatique de manière à arrêter le véhicule dans le cas où l'obstacle détecté est un vulnérable et que le conducteur n'engage pas d'action est également évaluée.

La robustesse du système vis à vis des objets coopératifs qui sont situés en dehors de la trajectoire du véhicule est également testée.

Cible 3

En cible 3, il n'y a pas de scénario concernant la fonction « Prévenir les collisions ». En revanche un scénario en milieu urbain est prévu. L'objectif d'un parcours en milieu semi-urbain est de relever les principaux phénomènes susceptibles de créer des fausses alarmes lors d'un parcours sur circuit ouvert représentatif des conditions rencontrées lors d'un trajet réel.

3.2.3 Scénarios pour « Gérer les distances inter véhiculaires »

Cible 1

Les scénarios étudiés dans ARCOS en cible 1, concernent tous les modes de restitution retenus pour la fonction. Les scénarios proposés ont pour objectif de tester l'aptitude du système à mesurer la distance de suivi du véhicule précédent et d'évaluer le niveau de risque associé à cette distance.

La robustesse du système est étalonnée en faisant varier la vitesse et la distance de suivi des véhicules, la section de route (ligne droite ou section courbe), l'insertion, le démasquage ou le dépassement du véhicule suivi ainsi que la modification des conditions environnementales (visibilité et adhérence en particulier).

Cible 2

Les modes de restitution de la cible 2 ne sont concernés que partiellement par les scénarios retenus, puisque la détection sur toutes les voies adjacentes, n'est pas garantie compte tenu des moyens de détection disponibles.

Les véhicules sont munis de marquages coopératifs développées par le LISIF. Les possibilités de codage de ces marquages permettent de connaître les dimensions du véhicule porteur. Les marquages sur les véhicules permettent :

- d'identifier les caractéristiques du véhicule grâce aux éléments coopératifs,
- d'identifier l'orientation et la position du véhicule coopératif par rapport à la voie du véhicule suiveur,
- d'identifier les capacités de décélérations du véhicule coopératif,
- d'augmenter la portée de la détection.

Les informations liées à la coopération doivent permettre d'identifier sans ambiguïté le véhicule suivi. D'autre part, la fonction de risque doit permettre de mettre en évidence le danger lié au changement de file alors qu'un véhicule plus lent est présent sur cette file.

Cible 3

En cible 3, l'échange continu entre 3 véhicules, de paramètres dynamiques de leur trajectoire, permet de constituer une maquette de véhicules traceurs, fournisseurs d'informations en temps réel aux véhicules qui les suivent. Les télécommunications permettent au véhicule de test de connaître la dynamique ainsi que les intervalles pratiqués entre les véhicules situés en aval.

Un seul scénario est proposé en cible 3, l'objectif de ce scénario est d'une part de tester si la fonction de risque est plus robuste lorsque l'on dispose des informations sur plusieurs véhicules en aval. D'autre part, on souhaite contrôler que l'arrêt en sécurité est possible dans

le cas où le véhicule précédent s'arrête avec une décélération quasi infini (choc sur le véhicule précédent immobilisé sur la voie).

3.2.4 Scénarios pour « Prévenir les sortie de route »

Cible 1

Par rapport à l'analyse fonctionnelle, toutes les restitutions de la fonction envisagées dans les virages ont dues être abandonnées, compte tenu de l'insuffisance des informations relatives aux caractéristiques géométriques de la route dans les bases de données actuellement disponibles. En effet, à partir de ces bases seul le rayon de courbure peut être calculé, de surcroît avec une précision toute relative.

La fonction de risque, conçue pour les virages et les approches de virages, montre que la connaissance de largeur des voies et du dévers est indispensable pour évaluer un niveau de risque en section courbe.

En ligne droite, le suivi de voie en mode **régulé** est considéré comme étant techniquement au point, au niveau des lois de commande du véhicule. La principale source d'amélioration de la fonction dans ce mode est la robustesse de la détection des marquages de bords de voie, par rapport à la variabilité des conditions couramment rencontrées lors des situations de conduite sur le réseau routier.

Le scénario, étudié en cible 1, concerne les modes **suggestion d'action** et **correctif** en ligne droite. Le mode **limite** n'a pas été expérimenté, au sein du projet, en guidage latéral, par manque d'actionneurs suffisamment réactifs sur les organes de pilotage du véhicule. Ce dernier mode exige, en effet, les contraintes les plus élevées.

En faisant varier la distance entre l'axe longitudinal du véhicule et l'axe de la voie de circulation, le scénario de test permet d'évaluer la détection des bords de voie et l'adaptation des lois de commande mises en œuvre après détection des seuils correspondants. Les variations sont telles que le même scénario permet de juger de la robustesse de la détection, mais aussi d'évaluer le taux de déclenchement intempestif de la fonction.

Cible 2

En cible 2, les scénarios étudient :

d'une part, la possibilité d'agir sur la vitesse avant l'entrée dans un virage, ou d'éveiller l'attention du conducteur. Le calcul du niveau de risque tient compte de toutes les caractéristiques géométriques de la route disponibles dans les bases de données mise au point pour les itinéraires sécurisés, mais aussi de valeurs représentatives des conditions d'adhérence,

d'autre part, la possibilité de corriger en virage des écarts de trajectoire et des trajectoires inadaptées compte tenu des paramètres dynamiques et environnementaux. Ceci devrait permettre à terme d'envisager pouvoir rattraper des pertes de contrôle de trajectoires.

Cible 3

En cible 3, l'échange continu entre 3 véhicules, de paramètres dynamiques de leur trajectoire, doit permettre de constituer une maquette de véhicules traceurs, fournisseurs d'informations en temps réel aux véhicules qui les suivent. Afin de gérer au mieux, les contraintes de ressources du projet, cette maquette a été étudiée dans le cadre du système de communication mis au point pour la fonction alerte.

3.2.5 Scénarios pour « Alerter les véhicules en amont »

Cible 1

Les scénarios mis en place, concernent essentiellement la qualification des dispositifs techniques utilisés pour établir les communications entre les véhicules. L'étude détaillée du comportement des conducteurs face à l'émission et à la réception d'alerte ne pourra pas être menée complètement au sein d'ARCOS. Le système doit déjà être au point, puis un panel d'utilisateurs doit pouvoir l'expérimenter en situation réelle sur une échelle de temps relativement importante pour être significative. Ces dernières conditions n'ont pas été envisagées lors de la préparation du projet.

Les scénarios permettront de traiter les éléments suivants :

portée et fiabilité du système de communication entre véhicules sur le réseau routier en fonction de la configuration du terrain,

filtrage des alertes reçues afin de ne restituer aux conducteurs que les alertes pertinentes compte tenu de leurs trajectoires. Cet aspect est étudié d'une part avec un système cartographique, d'autre part avec un simple système de localisation à base de GPS.

Cible 2

En cible 2, il n'y a pas de scénario concernant la fonction alerte. En effet, le moyen de communication entre l'infrastructure et les véhicules, étudié dans le cadre du projet, est à base de boucles magnétiques, ce qui n'est sans doute pas le moyen le plus adapté pour l'alerte. Ce vecteur a donc été utilisé pour une démonstration dans le cadre de la fonction « Prévenir les sorties de route ».

Cible 3

En cible 3, l'échange continu entre 3 véhicules, de paramètres dynamiques de leur trajectoire, doit permettre de constituer une maquette de communications généralisées, concept de base de la cible 3 d'ARCOS.

3.3 Itinéraires d'essai

Quatre itinéraires ont été définis sur deux zones la Zone de Satory et Zone Département des Yvelines :

Zone de Satory

Itinéraire 1 : Pistes du GIAT (routière et vitesse)

Itinéraire 2 : D91, dite route de la minière (Satory – Villaroy – Satory)

Zone Département des Yvelines

Itinéraire 3 : Villiers – Saint Frédéric

Itinéraire 4 : Jouars – Pontchartrain

Ces itinéraires ont été décrits de façon détaillée par Christian LE VERGER et Didier DOMINOIS sous deux formes :

un rapport écrit du 3 Février 2003 comprenant des feuilles de suivi d'itinéraire précises,

un support informatique interactif composé de deux cédéroms présentant des séquences vidéos de points singuliers.

Dans le projet ARCOS, le LROP est chargé de choisir des sites et d'y définir divers itinéraires répondants à l'ensemble des demandes des partenaires. Sur ces sites, des véhicules expérimentaux réaliseront un ensemble de tests et scénarios.

Le choix des sites est établi selon divers critères :

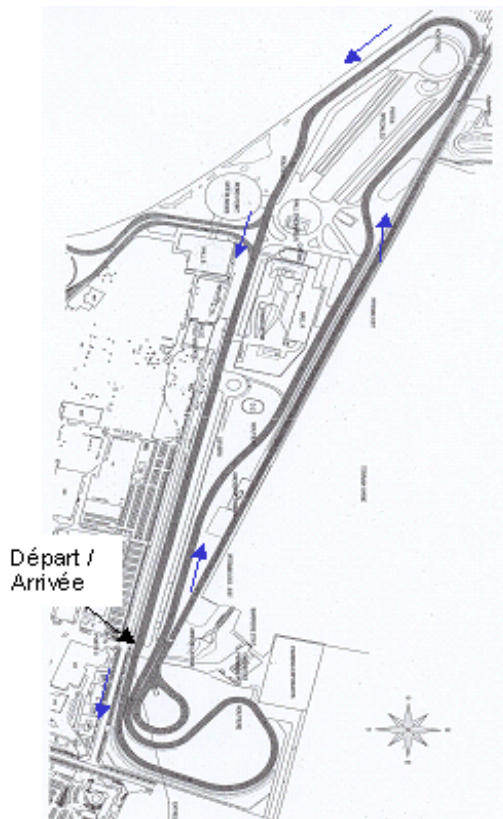
du fait de l'implantation du LIVIC qui bénéficie des pistes d'essais de Versailles Satory « circuits fermés du GIAT », la zone de Satory est prioritairement retenue, pour une raison de proximité et facilité d'accès, tous les sites sont répertoriés dans un rayon de 30 km autour de Satory. Deux zones sont ainsi retenues en décembre 2002.



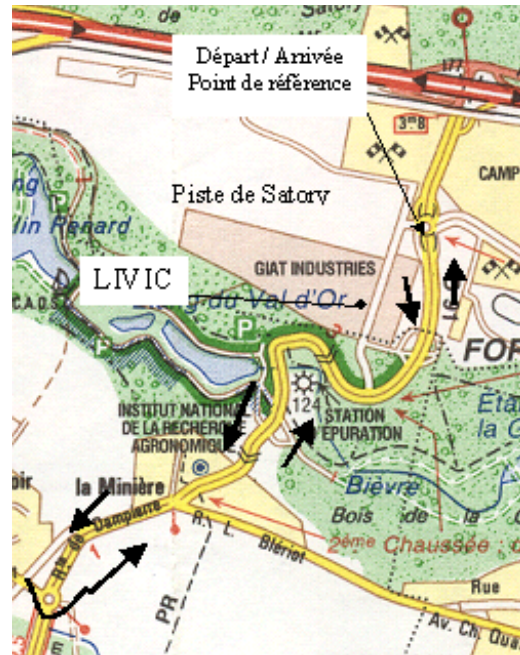
Zone de Satory

Itinéraire 1 : Piste routière du GIAT

Itinéraire 2 : D 91 Satory



Piste routière du GIAT



D 91 Satory

Zone département des Yvelines

Itinéraire 3 : Villiers St Frédéric (Flèches noires)

Départ (point de référence) Le Pontel D 191

D 191 direction Beynes

D 119 direction Thiverval

D 198 direction Neauphle le château

D11 direction Le Pontel

Itinéraire 4 : Jouars Pontchartrain (Flèches bleues)

Départ (point de référence) Le Pontel D 191

D 912 direction St Aubin

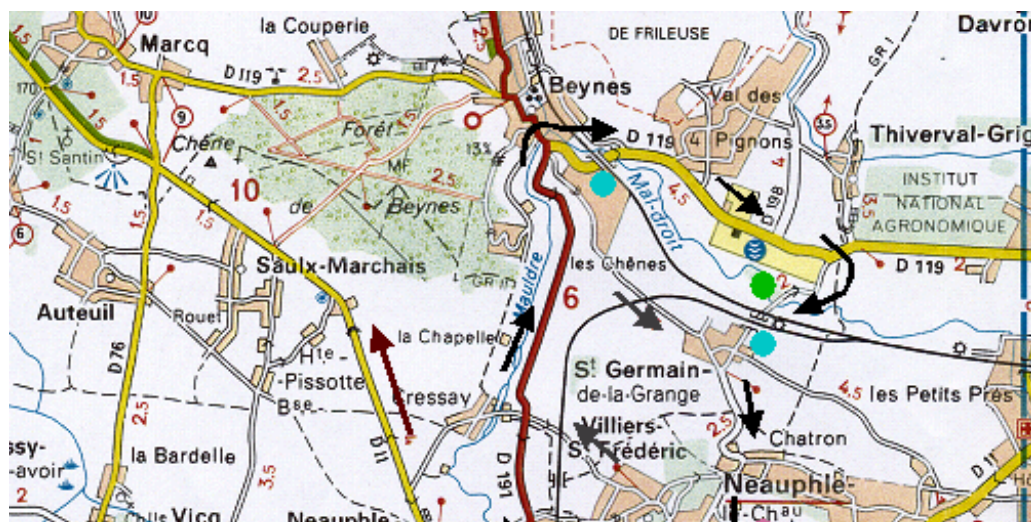
N 12 direction Méré Gare

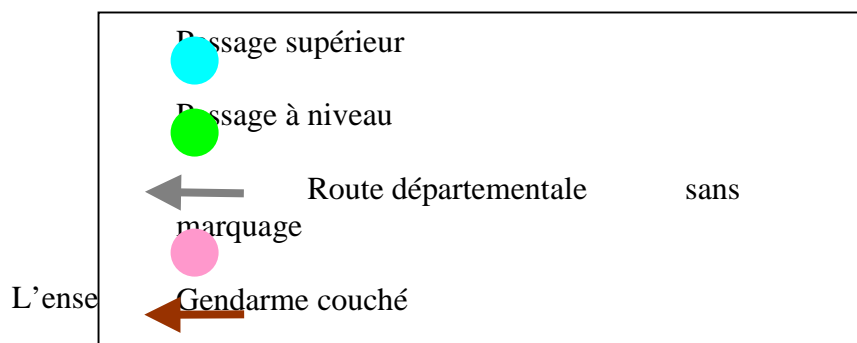
N 12 direction St Appoline

D 134 direction Neauphle le château

D11 direction Le Pontel

13





Au sein de ces deux zones, les itinéraires choisis sont définis en fonction des critères suivants.

Itinéraire 1

Le circuit du site de Satory, possédant les caractéristiques d'une route normale et étant fermé à toute circulation, est indispensable pour la mise au point, les essais, les tests, les scénarios et les démonstrations (tests avec des objets mobiles ou fixes sur les voies de circulation) des prototypes expérimentaux et véhicules instrumentés des différents partenaires. De plus, une localisation et un état de l'art de la chaussée peuvent être réalisés très précisément.

Itinéraire 2, 3 et 4

Sur routes ouvertes, ces itinéraires sont le plus représentatif possible des conditions ou situations habituelles de la conduite.

On trouve :

des environnements de types : sous bois, campagne, urbain, avec des ponts, tunnels, barrières de sécurité,
des routes à structures autoroutières (2x2 voies), nationales, départementales, communales,

des bretelles d'insertions, des intersections, des gendarmes couchés, des bords de voie différents (trottoirs, bandes blanches) ... La géométrie de la route est variable ; plane, rayons de courbure différents, pente, dévers...,
des caractéristiques (uni, adhérence ...) de la route variables.

Les différents marquages au sol sont de diverses qualités, présents ou non...(marquage central, en bord de voie, de couleurs différentes...).

Contenu des bases de données NAVTEQ standard

géométrie du réseau routier : précision absolue = 15m, relative = 3m,
classification fonctionnelle des voies : 5 niveaux destinés aux algorithmes de calcul d'itinéraire,
restrictions d'accès (sauf PL) : auto, bus, taxi, urgences, livraisons, riverains, piétons,
restrictions de manœuvre VL : sens uniques, interdictions de tourner, terre-pleins, barrières,
identifiants géographiques d'information trafic : localisant des tables TMC Alert C,
identifiants administratifs et postaux : hiérarchie administrative complète,
géométrie de l'occupation du sol : voies ferrées, hydrographie, limite d'agglomération,...,
points d'intérêt : localisation de services répartis en 44 catégories.

Données NAVTEQ rajoutées pour les bases de données ARCOS

géométrie plus précise des routes (précision absolue = 5m, relative = 1m),
nouvelles signalisations verticales,
signalisation horizontale partielle (nombre de voies et largeurs de voies),
sature des bords de voie,
signalisation horizontale partielle (nombre de voies et largeurs de voies).

Données VECTRA rajoutées pour les bases de données ARCOS

pente (Inclinaison de l'axe longitudinal de la route par rapport à l'horizontale 15%),
dévers (Inclinaison de l'axe transversal de la route par rapport à l'horizontale 20%),
courbure (Inverse du rayon de courbure de la route dans le plan horizontal $<10 \text{ Mètre}^{-1}$),
adhérence.

Relevés vidéo

Un relevé vidéo des itinéraires de tests a été réalisé par l'équipe du LROP (Christian LEVERGER et Didier DOMINOIS). Il représente environ 40km dans le département des Yvelines, principalement sur une des pistes du GIAT, sur la RD91, sur la RN12 (avec tunnel), sur des portions de routes étroites sans marquage + une section de Route Nationale déclassée en Route Départementale. Les relevés vidéo ont été réalisés à 90 km/h en incorporant les éléments suivants :

De jour, par beau temps (soleil) ou par temps clair (faible nébulosité).

sections avec dispositifs ralentisseurs (dos d'ânes) / avec passages supérieurs (ponts, tunnels), quelques sections en ville,
routes bidirectionnelles / routes 2x2 voies à profil autoroutier + profil RD difficile (pentes et virages),
routes étroites de campagne sans marquages, intersection avec des chemins en terre,
marquages dégradés (usés) en virage, éclairage difficile (ombres, soleil rasant).

Pour finir, à l'issue du choix des sites ARCOS, le LROP a décrit divers scénarios s'appliquant à la détection de la route, à la détection des obstacles et à la prévention des sorties de route.

4 Tâche T3, équipement expérimental embarqué

4.1 Introduction

Dans le cadre du thème 9, le LIVIC a fourni TROIS véhicules d'essai intégrant les équipements et logiciels pour l'évaluation des 3 fonctions ARCOS suivantes :

Arrêt sur obstacle.

Prévention des sorties de voie.

Alerte.

4.2 Les livrables

Ils sont listés ci-dessous par tâches en respectant l'ordre initialement prévu

4.2.1 Fourniture de véhicules

Le LIVIC a fourni 3 véhicules « Lola, Viper, Carla »



Lola : Renault Scenic

Utilisée pour la fonction « prévention des sorties de route »



Viper : Renault Scénic

Utilisée pour la fonction « prévention des collisions »



Carla : Peugeot 307

Utilisée pour la fonction « Alerte »

4.2.2 Equipement de localisation

Les capteurs de localisation utilisés sur les véhicules du LIVIC peuvent être classés en deux catégories :

Les capteurs proprioceptifs, qui permettent de mesurer des grandeurs intrinsèques du véhicule.

odomètre : raccordé au système ABS du véhicule, ce capteur donne la vitesse du véhicule ainsi que la distance parcourue par celui-ci avec une précision d'environ 20 cm,

centrale Inertielle : composée de trois gyroscopes et de trois accéléromètres, ce capteur délivre les vitesses de rotations suivant 3 axes (lacet, roulis et tangage) et les accélérations longitudinales, latérales et verticales,

codeur optique de la colonne de direction : fixé au niveau du volant, il fournit le braquage des roues du véhicule.

Les capteurs extéroceptifs, qui permettent de situer le véhicule par rapport à son environnement.

GPS 'classique', donne la position absolue du véhicule toutes les secondes avec une précision décimétrique,

GPS RTK, délivre 20 fois par seconde une position absolue avec une précision centimétrique. Ce capteur est plus utilisé, avec une carte précise des pistes d'essais, comme une référence. Son utilisation est limitée par des conditions particulières de constellations satellites, et d'environnement (pas de masquage par des bâtiments ou des arbres),

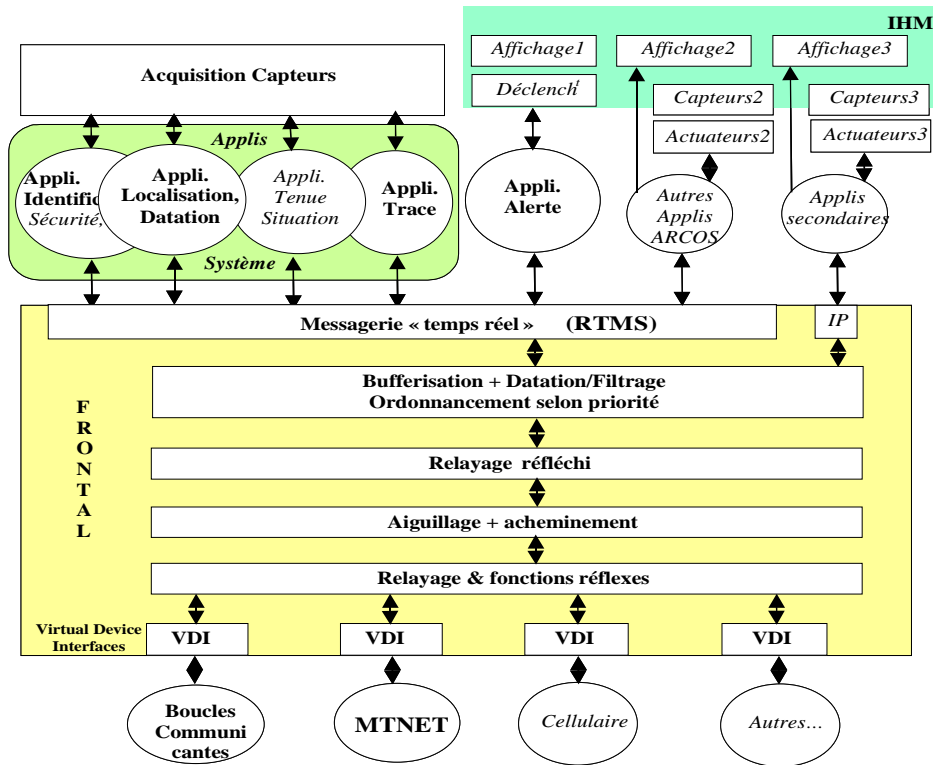
bien que n'étant pas réellement des capteurs, le LIVIC dispose également de boîtiers de navigation Navteq. Ces boîtiers utilisent les informations issues d'un odomètre, d'un gyroscope et d'un GPS classique, et permettent de se positionner sur une carte en donnant

l'identifiant unique du segment de route sur lequel se situe le véhicule ainsi que les attributs qui lui sont associés (gamme de vitesse, type de route, courbure...).

4.2.3 Equipement de communication

Trois types d'équipement de communication ont été développés et installés sur les véhicules :

IMMACS : architecture logicielle de messagerie multi-vecteurs. Elle se compose de 3 couches : applications, frontal, vecteur.



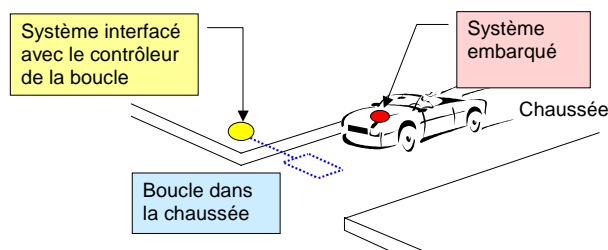
Les fonctions du frontal sont les suivantes :

- Messagerie temps réel
- Filtrage des messages
- Relayage réflexe et réfléchi
- Aiguillage vers les vecteurs
- Interface unifiée aux vecteurs

BOCOM :

Le réseau routier est actuellement équipé de nombreuses stations de mesure utilisant des boucles magnétiques. Ces stations permettent de détecter le passage des véhicules, d'analyser leur signature afin de déterminer s'il s'agit de véhicules légers ou de poids lourds, et, pour certaines, de mesurer la vitesse ou encore le poids du véhicule.

La présence de ces nombreuses stations, en particulier sur autoroute, permet d'envisager de réaliser à faible coût un système de communication entre un véhicule et la chaussée. La boucle magnétique servant à la détection serait alors utilisée comme antenne d'émission et de réception.



La figure ci-dessus représente les dispositifs intervenant dans le système. Du côté de l'infrastructure (route), le dispositif réalise simultanément les deux fonctions, à savoir :
fonction de détection et d'analyse des véhicules (fonction traditionnelle déjà en place)
fonction de communication avec les véhicules équipés du dispositif.

MTNET :



MTNET est un médium de télécommunication développé par la société Tekelec. Il opère avec 500 m de portée utile en simple bond (sauf masque important). Sa forme d'onde est étalée à 5,9 GHz, il est robuste (réflexions, Doppler). Sa capacité est de 256 alarmes simultanées, rafraîchies à 100 ms. Le Relayage automatique paramétré à 3 bonds lui permet de franchir 1,5 km dans l'axe utile de la route. On peut réutiliser la ressource pour des applications non prioritaires : logistique, infotainment, services commerciaux.

4.2.4 Interfaces

Ecrans LCD :

Les véhicules sont équipés de plusieurs écrans LCD, pour interagir avec les différentes fonctions implantées sur le véhicule. Le rôle de ces écrans est également d'offrir une interface graphique, pour présenter au conducteur des messages d'alertes ou d'informations.

L'écran avant sert à l'expérimentateur pour configurer et contrôler les différentes applications. Cet écran permet lors d'expérimentation de présenter les interfaces graphiques liées à la fonction étudiée (présentation sous forme schématique d'une grandeur mesurée, d'un panneau de danger, d'un idéogramme...). Cet écran est un écran tactile pour une meilleure interactivité avec le système.

Un petit écran installé entre les deux sièges arrière permet aux passagers assis à l'arrière du véhicule de suivre l'expérience en cours avec plus de facilité, et de bénéficier de l'interface graphique qui est présenté au conducteur.

Pédales d'accélération vibrantes :

Pour pouvoir attirer l'attention du conducteur sur un problème de vitesse excessive ou lui faire lever le pied de l'accélérateur, un système de pédale d'accélérateur vibrante a été installé sur les véhicules.

Le système installé permet de générer des vibrations dans la pédale. Le dispositif est constitué d'un petit moteur électrique miniature fixé sous la pédale. L'axe de ce moteur est équipé d'une masselotte excentrée. Ainsi, lorsque le moteur est en rotation la masselotte crée des vibrations qui sont ressenties par le conducteur. Selon l'effet recherché (simple avertissement, ou gêne incitant le conducteur à lever le pied) l'intensité et la fréquence des vibrations peuvent être modifiées en faisant varier la vitesse de rotation du moteur.

Direction à oscillations :

L'un des moyens utilisés pour délivrer une information au conducteur est l'utilisation d'un retour haptique dans le volant. Ce système consiste à générer des micro oscillations dans le volant en utilisant le système de contrôle de la direction. L'amplitude des oscillations est suffisamment petite pour que le conducteur les ressente, mais il y a aucune influence sur le braquage des roues. Les oscillations générées sont entièrement configurables en fonction de l'effet recherché et/ou du ressenti du conducteur : leurs formes (triangle, sinus, carré...), leur symétrie, leurs amplitudes, leurs fréquences sont totalement paramétrables. Ainsi, il est possible de créer de simples vibrations dont l'objectif est uniquement d'alerter le conducteur en cas de franchissement d'une ligne blanche, mais il est également possible de générer des oscillations dissymétriques qui indiquent au conducteur dans quelle direction il doit tourner le volant pour corriger son erreur.

Le principe du retour haptique par oscillation du volant est principalement utilisé pour la fonction 'Prévenir les sorties de route'. Grâce à ce système, si le conducteur commence à sortir du côté droit de la route, la sensation ressentie dans le volant l'incitera à corriger sa trajectoire vers la gauche.

4.2.5 Equipement de recueil de données

Matériel :

Sur chaque prototype, le matériel utilisé pour le recueil de données analogiques (capteurs de pression, feux, boutons de commande, ...) est un ordinateur classique, équipé de 2 cartes d'acquisition National Instruments. Les capteurs proprioceptifs sont en général interfacés par liaison série directement sur l'ordinateur d'acquisition.

Logiciel : ^{RT}Maps

^{RT}Maps est une plateforme de développement pour les applications embarquées et temps réel, créée par la société Intempora. Elle propose un environnement de programmation par flux, orienté composants. Toutes les applications ARCOS à bord de nos prototypes ont été développées sur cette plateforme, qui assure un assemblage aisé des composants applicatifs (d'acquisition, de perception, et de contrôle commande) et une excellente gestion du temps et des flux de données, aussi bien en temps réel qu'en rejeu hors- ligne pour la simulation. ^{RT}Maps restera la plateforme de choix pour les futurs développements sur les prototypes.

4.2.6 Equipement de contrôle commande

Commandes motorisée de frein et d'accélérateur motorisés :

Sur le véhicule LOLA, le premier véhicule équipé, la commande en accélération est assurée grâce à deux actionneurs. Pour le freinage, un vérin électrique commandé qui appuie sur la pédale de frein, comme le ferait le conducteur, et pour l'accélération, un papillon motorisé commandé par l'intermédiaire d'un calculateur spécialisé, qui a remplacé le papillon mécanique d'origine. Cette solution est satisfaisante pour les applications comme le contrôle longitudinal, mais trop peu précise et peu réactive (temps de montée du freinage de 700ms) pour des applications comme l'anti-collision. Ainsi, sur le véhicule VIPER, équipé pour ARCOS, le système de freinage a été largement amélioré, puisqu'il s'agit d'un système hydraulique commandable directement raccordé au système de freinage du véhicule. Les temps de réponse sont bien supérieurs (300ms) et la commande plus fine. L'accélération est assurée quant à elle, par un moteur électrique commandable tirant sur le câble de l'accélérateur mécanique. A l'inverse de LOLA, l'accélération est donc moins intégrée, mais beaucoup plus fiable, simple, et tout aussi satisfaisante.

Commande motorisée de la direction :

Pour contrôler la trajectoire du véhicule il est essentiel de pouvoir agir sur le braquage des roues. Une direction classique est constituée d'un système mécanique, qui assure une liaison directe entre le volant et les roues, et d'une assistance électrique ou hydraulique pour minimiser les efforts du conducteur sur le volant.

L'option retenue pour agir sur le braquage des roues des véhicules du LIVIC a été de conserver une direction classique avec son assistance hydraulique et d'y ajouter un moteur électrique pour assurer sa rotation.

En fait, une direction assistée électrique de Twingo Renault a été ajoutée à la colonne du Scénic. La colonne de direction de Twingo regroupe sur un même bloc compact, le moteur électrique, l'embrayage et le capteur de couple. Cette solution présente l'avantage d'offrir de très bonnes garanties du point de vue de la sûreté de fonctionnement et de la fiabilité puisque c'est du matériel de grande série.

Le moteur électrique de Twingo est un moteur à courant continu, qui transmet son couple à la colonne via un engrenage du type vis sans fin. Le moteur peut être totalement déconnecté de la colonne par l'intermédiaire d'un embrayage électromécanique, et dans ce cas la colonne de direction est une colonne de direction normale.

Pour assurer, l'asservissement en angle du braquage des roues, un capteur de position a été installé sur la colonne. Ce capteur est un codeur optique, qui assure l'asservissement la colonne mais qui permet également de connaître les actions du conducteur sur le volant, tous comme le capteur de couple qui délivre une image des efforts du conducteur sur le volant.

4.2.7 Equipement de perception

Un télémètre LASER à balayage 1D SICK :

Ce LASER fournit, en coordonnées polaires, la distance aux objets situés dans son champ de vue (mesure par temps de vol) et leur position angulaire (orientation du faisceau lors de l'émission). Ce capteur est monté à l'avant du véhicule pour réaliser la détection d'obstacle.

Deux caméras Sony XC8500CE :

Ces capteurs fournissent à la cadence de 25 Hz des images N/B au format PAL. Ces images sont synchronisées en vue de leur exploitation en stéréovision. Les deux caméras sont montées en haut du pare-brise de part et d'autre du rétroviseur interne et sont distantes d'environ 1m. Elles sont exploitées pour la détection.

Une autre caméra Sony XC8500CE :

Elle se situe au niveau du rétroviseur interne. Elle est exploitée pour le positionnement latéral du véhicule sur sa voie de circulation et l'estimation de la visibilité.

Deux micro-caméras Pacific-corp PC165E :

Ces capteurs fournissent à la cadence de 30 Hz des images N/B au format PAL. Chaque caméra est située sur un des côtés du véhicule et regarde la route. Elles sont exploitées pour détecter localement (à la hauteur du véhicule) le marquage routier en vue de positionner précisément (décalage latéral et angle de lacet par rapport à l'axe de la voie) le véhicule relativement à la voie de circulation.

Un phare infra-rouge dans le véhicule LOLA :

Ce phare permet d'éclairer la scène à l'avant du véhicule dans le proche infra-rouge. Cela permet d'avoir un meilleur contraste la nuit et une portée de détection plus élevée si l'on utilise une caméra ayant une bonne sensibilité dans cette bande de fréquence. Pour se faire nous avons utilisé la caméra SONY après avoir ôté le filtre IR situé devant la matrice CCD.

4.2.8 Intégration des équipements

Deux calculateurs embarqués sont dédiés aux traitements : le premier est spécialisé pour le traitement d'image ; le second assure toutes les autres fonctions : reconstitution de l'état dynamique du véhicule et contrôle commande. Ces deux calculateurs sont reliés entre eux par un réseau informatique ethernet.

Fonctions intégrées

Prévention des collisions :

Deux grands axes d'intervention :

Une aide liée à une situation de pré-crash, efficace sur un périmètre réduit. L'objectif n'est plus là de réduire les risques de crash mais de diminuer la gravité des conséquences d'une collision devenue inévitable. La nécessité des technologies embarquées est alors d'autant plus perceptible que les conducteurs, en situation inhabituelle ou de stress peuvent se trouver défaillants,

Une aide à la gestion du risque dans un périmètre élargi, capable de signaler les obstacles, de préciser les distances de visibilité ou encore les conditions d'adhérence.

Prévention des sorties de voie :

Les équipements réalisés concernent le contrôle de la trajectoire du véhicule en courbe et sur section rectiligne, dans les modes instrumentés, avertissement, limite et régulé, avec suivant les modes, action sur le volant ou limitation de la vitesse par action sur les commandes de freinage et d'accélération. La fonction de risque en approche de courbe a été évaluée, et sera couplée prochainement au contrôle latéral.

Position du véhicule par rapport à un marquage magnétique. L'ESPCI a développé un capteur capable d'interpréter des informations écrites sur une bande de peinture chargée d'une poudre de ferrite magnétisable à volonté. En plus des multiples applications envisageables, comme réaliser une signalisation sur la chaussée, le capteur devrait permettre d'améliorer les mesures de position latérale du véhicule sur sa voie.

Alerte :

L'objectif est de valider deux vecteurs pour l'application Alerte. Les prototypes de terminaux IMMACS (base MTNET et BOCOM) sont en cours de mise au point, au plan fonctionnel et au plan opérationnel (robustesse). Les spécifications d'un service embryonnaire de transmission de données, non prioritaire, mais utilisable par défaut, ont été établies. L'orientation prise est la diffusion limitée d'une synthèse des informations capteurs et des états, pour étendre la bulle de perception propre à un seul véhicule en mutualisant les capteurs et accéder à une véritable tenue de situation locale (au-delà de la simple trajectographie des véhicules en alerte).

La première version de l'application Alerte a été réalisée sur la base d'un seul capteur (GPS), avec un filtrage spatio-temporel à la réception, utilisant un concept original de secteur à ouverture et profondeur variables en fonction de la vitesse. Elle a été démontrée avec succès en juin 2003 à Satory avec les communications. L'alerte a été enrichie début 2004 d'un traitement de capteurs supplémentaires (cap et distance), d'un recalage sur fond cartographique NAVTEQ et d'un calcul d'horizon sur la carte.

5 Conclusion

Les tâches prévues au thème 9 ont toutes été remplies : le programme ARCOS a permis l'expérimentation poussée des développements effectués.

On trouvera en annexe :

- un exemple de scénario d'expérimentation (parmi les 4 réalisés),
- des planches de description des véhicules réalisés

N° DOCUMENT : 1222/VIL/NT/007

Note_A

ARCOS

« PREVENIR LES COLLISIONS »

SCENARIOS D'EVALUATION

29 pages

5 annexes

Affaire client : Projet ARCOS
 Commande client :
 Document client : Sans correspondance

Résumé : Ce document introduit les scénarios associés aux composants fonctionnels de la fonction ARCOS "Prévenir les collisions" présentés dans la version 6 de l'analyse fonctionnelle. L'objectif principal de cette phase de projet est d'identifier, sur la base de la caractérisation des composants fonctionnels, un premier niveau de « réponse produit » par la réalisation de programmes de mise en situation. Ces derniers sont définis dans les pages qui suivent.

A	E. TOURNIE	R.ARTUR	R.ARTUR	
Indice	REDACTEUR	VERIFICATEUR	APPROBATEUR	Date d'approbation



Note_A

ARCOS

Scénarios d'évaluation pour la fonction "Prévenir les collisions"

N° : 1222/VIL/NT007

Indice : A

Page : 2/29

Indice	Paragraphe / Page	Modifications
A	Tous / Toutes	Création du document

DIFFUSION

ORGANISME	NOM	Nb
INRETS/LIVIC	JM. BLOSSEVILLE	1

SOMMAIRE

1	OBJET DU DOCUMENT	5
2	CONTEXTE ET OBJECTIFS	5
2.1	INDICATEURS DE PERFORMANCE	5
2.1.1	<i>Validation de l'obstacle</i>	5
2.1.2	<i>Efficacité du freinage d'urgence</i>	6
2.1.3	<i>Fausses alarmes</i>	6
2.2	ENREGISTREMENT DES DONNEES.....	6
2.2.1	<i>Grandeurs et paramètres mesurés</i>	6
2.2.2	<i>Commentaires liés aux conditions expérimentales.....</i>	7
2.3	ORGANISATION DES ESSAIS	7
2.4	ANALYSE DES RESULTATS	8
2.4.1	<i>Taux de performance en détection</i>	8
2.4.2	<i>Taux de performance du freinage d'urgence</i>	8
2.4.3	<i>Taux de fausses alarmes.....</i>	8
3	EQUIPEMENTS ASSOCIES.....	8
3.1	VEHICULES EXPERIMENTAUX	8
3.2	OBSTACLES	9
3.3	AUTRES	9
4	SCENARIO 1 : ARRET SUR OBSTACLE FIXE EN LIGNE DROITE.....	10
4.1	CONTOUR FONCTIONNEL	10
4.1.1	<i>Composants fonctionnels testés.....</i>	10
4.1.2	<i>Modes de restitution.....</i>	10
4.2	MISE EN ŒUVRE	11
4.2.1	<i>Variante 1 : Obstacle sur la trajectoire</i>	11
4.2.2	<i>Variante 2 : Objets de bords de voie</i>	11
4.2.3	<i>Variante 3 : Obstacle sur la trajectoire et objet de bord de voie</i>	12
4.2.4	<i>Variante 4 : Obstacle sur la trajectoire et objet de bord de voie</i>	12
4.3	EVALUATION DES PERFORMANCES	13
4.3.1	<i>Indicateurs de performance.....</i>	13
4.3.2	<i>Grandeurs enregistrées.....</i>	13
5	SCENARIO 2 : ARRÊT SUR OBSTACLE FIXE EN VIRAGE	14
5.1	CONTOUR FONCTIONNEL	14
5.1.1	<i>Composants fonctionnels mis en œuvre et testés :.....</i>	14
5.1.2	<i>Modes de restitution envisagés :</i>	14
5.2	MISE EN ŒUVRE	15
5.2.1	<i>Variante 1 : Obstacle sur la trajectoire, dans un virage.....</i>	15
5.2.2	<i>Variante 2 : Obstacle de bord de voie à l'extérieur d'un virage.....</i>	15
5.2.3	<i>Variante 3 : Obstacle de bord de voie à l'intérieur d'un virage.....</i>	16
5.3	EVALUATION DES PERFORMANCES	16
5.3.1	<i>Indicateurs de performance.....</i>	16
5.3.2	<i>Grandeurs enregistrées.....</i>	16
6	SCENARIO 3 : DEMASQUAGE OU APPARITION SUBITE D'UN OBSTACLE	17
6.1	CONTOUR FONCTIONNEL	17
6.1.1	<i>Composants fonctionnels mis en œuvre et testés :.....</i>	17
6.1.2	<i>Modes de restitution envisagés :</i>	17

6.2	MISE EN ŒUVRE	17
6.2.1	<i>Variante 1 : Piéton masqué traversant la voie.....</i>	18
6.2.2	<i>Variante 2 : Obstacle démasqué par un véhicule précédant qui déboîte</i>	18
6.3	EVALUATION DES PERFORMANCES	19
6.3.1	<i>Indicateurs de performance.....</i>	19
6.3.2	<i>Grandeurs enregistrées</i>	19
7	SCENARIO 4 : PREVENTION D'UNE COLLISION SUR CIBLE COOPERATIVE	20
7.1	CONTOUR FONCTIONNEL	20
7.1.1	<i>Composants fonctionnels mis en œuvre et testés :.....</i>	20
7.1.2	<i>Modes de restitution envisagés :</i>	20
7.2	MISE EN ŒUVRE	21
7.2.1	<i>Variante 1 : Différentiel de vitesse avec un véhicule coopératif.....</i>	21
7.2.2	<i>Variante 2 : Vulnérable coopératif sur la voie.....</i>	21
7.2.3	<i>Variante 3 : Vulnérable coopératif en bord de voie.....</i>	22
7.3	EVALUATION DES PERFORMANCES	23
7.3.1	<i>Indicateurs de performance.....</i>	23
7.3.2	<i>Grandeurs enregistrées</i>	23
8	SCENARIO 5 : ESSAI SUR PARCOURS SEMI-URBAIN.....	24
8.1	OBJECTIF	24
8.2	MISE EN ŒUVRE	24
8.3	EVALUATION DES PERFORMANCES	24
8.3.1	<i>Indicateurs de performance.....</i>	24
8.3.2	<i>Grandeurs enregistrées</i>	24

ANNEXES

Annexe 1 : Véhicules expérimentaux (3 pages)

Annexe 2 : Obstacles (1 page)

1 OBJET DU DOCUMENT

Ce document fait suite à la présentation des composants fonctionnels de la fonction « Prévenir les collisions » de février 2003 (note ATR-1222/NT/003B). Il introduit la mise en œuvre des moyens nécessaires pour l'évaluation et la validation des composants retenus pour les différents modes de restitution associés aux cibles de cette fonction.

Ce document rassemble la description des scénarios qui seront mis en pratique de juin à octobre 2004 pour, d'une part qualifier techniquement le caractère opérationnel des différents composants fonctionnels, d'autre part analyser la réaction de conducteurs dans le cadre d'études liées à l'acceptabilité de la fonction et à l'ergonomie des équipements utilisés.

Les véhicules, le matériel nécessaire ainsi que les principaux objectifs sont présentés en introduction du document. Les éléments nécessaires pour la réalisation de chaque expérimentation sont rappelés dans les chapitres associés aux scénarios.

2 CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'objectif principal de ces scénarios est de permettre l'évaluation des composants fonctionnels identifiés pour la fonction à travers les dispositifs techniques réalisés dans le cadre du projet ARCOS. Les critères identifiés comme support de cette évaluation sont traduits par des indicateurs de performance. La reconstruction des grandeurs caractéristiques du scénario via les paramètres enregistrés permet de contrôler et analyser les performances ainsi que les éventuelles défaillances du dispositif.

De manière générale, et sauf cas particulier annoncé au sein des paragraphes scénarios, la vitesse des véhicules de test pour la réalisation des scénarios est limitée à 40 km/h (11 m/s). La trajectoire du véhicule est confondue avec l'axe de la voie de circulation, et la décélération maximale applicable de manière automatique par les véhicules de tests est limitée à 5,5 m/s². En considérant un temps de réponse des actionneurs de 0,5 s, la distance d'arrêt minimale correspondante est alors de 16,5 m.

2.1 INDICATEURS DE PERFORMANCE


La réussite d'un scénario sera jugée sur la base des trois indicateurs décrits dans les paragraphes suivants.

2.1.1 Validation de l'obstacle

L'indicateur de performance de validation de l'obstacle est basé sur la corrélation entre le temps à collision (TTC) et le diagnostic de validation de la cible. Cet indicateur peut prendre les valeurs suivantes :

- **Validé** : si $TTC_{Nom.} < TTC < TTC_{max.}$ **et** cible validée
- **Tardif** : si $TTC_{Min.} < TTC < TTC_{Nom.}$ **et** cible validée
- **Non validé** : (cible non validée) ou bien (cible validée **et** $TTC < TTC_{Min.}$)

Les valeurs respectives de $TTC_{max.}$, $TTC_{Nom.}$ et $TTC_{min.}$ sont précisées pour chaque scénario.

 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction "Prévenir les collisions"	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 6/29
---	--	--

2.1.2 Efficacité du freinage d'urgence

La vitesse du véhicule est enregistrée avant freinage (V_i) puis relevée, après enclenchement du freinage, à l'endroit supposé de la collision (V_c). L'efficacité du freinage d'urgence est donc mesurée par le paramètre $E_f = V_c - V_i$. On considère que la valeur de l'indicateur de performance du freinage d'urgence est :

- **Réussi** si $E_f > 3 \text{ m/s}$
- **Partiel** si $3 \text{ m/s} > E_f > 1 \text{ m/s}$
- **Echec** si $E_f < 1 \text{ m/s}$

Remarque : L'objectif de cet indicateur est de tester la robustesse de la consigne de freinage issue du diagnostic et non pas la qualité du dispositif de freinage (incluant toute la chaîne adhérence de la route, pneus, plaquette...). La limite de décélération maximale fixée à $5,5 \text{ m/s}^2$ permet de s'assurer que l'on sait atteindre cette limite quelles que soient les conditions d'adhérence rencontrées.

2.1.3 Fausses alarmes

Sont décomptées comme fausses alarmes toutes les cibles validées alors qu'au moins un des critères suivant n'est pas respecté :

- l'objet est dans la voie de circulation du véhicule
- le temps à collision est inférieur à TTC_{Max}
- les dimensions de l'objet sont supérieures à $L \times h = 0,3 \text{ m} \times 1 \text{ m}$

L'indicateur de fausses alarmes prend pour valeur le nombre de fausses alarmes détectées lors de la réalisation d'un scénario.

Il est à noter dans le calcul du taux de fausses alarmes, que tous les objets présents en bord de voie qui ne représentent pas un obstacle (panneaux, rails de sécurité, arbres, piles de ponts, PMV ou ponts au dessus de la route, piétons ou véhicules stationnés en bord de route...) doivent être comptabilisés s'ils génèrent une fausse détection.

2.2 ENREGISTREMENT DES DONNEES

2.2.1 Grandeurs et paramètres mesurés

Afin de permettre l'analyse du fonctionnement du dispositif implanté sur le véhicule, il est important de pouvoir reconstruire au mieux les conditions de l'expérimentation a posteriori. L'enregistrement des données suivantes est nécessaire pour tous les scénarios. Les besoins en données supplémentaires propres à un scénario sont indiqués dans la fiche correspondante, le cas échéant.

- Dynamique du véhicule porteur
 - + position par rapport à un point de référence (abscisse curviligne)
 - + vitesse,
 - + accélération,
 - + angle de braquage (gyromètre et/ou angle volant),

- Les capteurs situés sur les véhicules expérimentaux fourniront des informations qui permettront de calculer et enregistrer en temps réel au minimum les données suivantes :
 - + Début de détection de l'objet (temps en seconde)
 - + Début de validation de l'obstacle (temps en seconde)
 - + Distance à l'obstacle en mètre et incertitude associée
 - + Vitesse relative de l'obstacle en mètre par seconde et incertitude associée
 - + Temps à collision en seconde et incertitude associée
- Pour permettre la reconstruction de ces grandeurs, les images (ou autres données) issues des capteurs de perception sont enregistrées et datées.

2.2.2 Commentaires liés aux conditions expérimentales

Les commentaires concernant les conditions environnementales sont relevés, en particulier ceux liés aux conditions météorologiques :

- Précipitations : aucune / pluie (faible / forte) ; sol sec / mouillée
- Luminosité : jour / lumière diffuse / soleil de face / soleil rasant ; nuit / éclairage public / feux d'un véhicule tiers ...


Les commentaires éventuels des expérimentateurs relatifs à des points singuliers pouvant affecter les résultats des scénarios seront également relevés.

2.3 ORGANISATION DES ESSAIS

Il est proposé de tester le dispositif dans les différentes combinaisons environnementales récapitulées dans le tableau ci-dessous.

	Jour / nuit	Conditions atmosphériques	sol	Luminosité	Nbre de répétitions
Série 1	Jour	Pas de précipitations	sec	Pas d'éblouissement (*)	5
Série 2	Jour	Beau	sec	Soleil de face	5
Série 3	Jour	Pluie	mouillée	Pas d'éblouissement (*)	5
Série 4	Nuit	Pas de précipitations	sec	Pas d'éblouissement (*)	5
Série 5	Nuit	Pas de précipitations	sec	Eclairage public ou feux véhicule tiers	5

(*) *Pas d'éblouissement = nuages, soleil voilé ou à la verticale le jour ; pas d'éclairage autre que les feux du véhicule de test la nuit.*

 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction “Prévenir les collisions”	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 8/29
---	--	--

2.4 ANALYSE DES RESULTATS

La synthèse des résultats cumulés des différentes répétitions d'un même scénario permet d'évaluer la robustesse du dispositif pour le scénario considéré. Ces résultats sont à mettre en regard de la caractérisation des composants fonctionnels testés pour valider ces composants.

A noter que l'analyse des résultats peut s'appliquer soit pour la répétition d'un même scénario dans des conditions identiques, soit de manière plus globale sur l'ensemble de tous les essais réalisés quel que soit le scénario. Ces analyses seront développées dans les rapports de synthèse d'évaluation des scénarios.

Dans cet objectif, les grandeurs suivantes sont à calculer pour chaque série de test d'un scénario :

2.4.1 Taux de performance en détection

- Taux de détection = Nbre de détections réussies / Nbre d'essais réalisés
- Taux de détection tardives = Nbre de détections tardives / Nbre d'essais réalisés
- Taux de non détection = Nbre de cibles non validées / Nbre d'essais réalisés

2.4.2 Taux de performance du freinage d'urgence

- Taux de réussite = Nbre de freinages réussis / Nbre de détections réussies
- Taux de réussite partielle = Nbre de freinages partiels / Nbre de détections réussies
- Taux d'échec = Nbre d'échecs du freinage / Nbre de détections réussies

2.4.3 Taux de fausses alarmes

- Taux de fausses alarmes = Nbre de fausses alarmes / Nbre d'essais réalisés


3 EQUIPEMENTS ASSOCIES

Dans les équipements associés aux scénarios on distingue, d'une part les véhicules expérimentaux équipés et contrôlés par les intégrateurs identifiés pour la fonction « prévenir les collisions », et d'autre part les équipements nécessaires à la réalisation des essais et en particulier les objets simulant les obstacles fabriqués, positionnés et manipulés par les acteurs du thème 9.

3.1 VEHICULES EXPERIMENTAUX

Les fonctions ARCOS seront évaluées sur les véhicules expérimentaux à partir de juin 2004. Les différents modes de restitution de la fonction « Prévenir les collisions » seront implantés sur les véhicules des partenaires ARCOS suivants :

- Véhicule expérimental N°1 (V1) : Ce véhicule est la propriété du LIVIC. Il est équipé d'un système de freinage pilotable qui permet de contrôler la vitesse du véhicule. Le capteur de perception retenu pour ce véhicule est constitué de la fusion d'un système de stéréovision couplé à un télémètre LASER générant un balayage à une nappe. L'estimation de la zone de traitement sera aidée par l'angle volant et/ou un gyroscope.

 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction "Prévenir les collisions"	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 9/29
---	--	--

- Véhicule expérimental N°2 (V2): Ce véhicule est la propriété du LASMEA. Aucune action de contrôle sur les organes mécaniques du véhicule n'est envisagée. Le capteur de perception retenu pour ce véhicule est constitué de la fusion d'un système de mono-vision couplé à un LASER générant un balayage à 4 nappes.
- Véhicule expérimental N°3 (V3): Ce véhicule est la propriété du LESCOT. Aucune action de contrôle sur les organes mécaniques du véhicule n'est envisagée. Le système de perception embarqué sera l'équivalent de celui développé pour le véhicule du LIVIC (V1).

NB : Ces partenaires sont appelés intégrateurs dans la suite du projet. Le véhicule du LIVIC (V1) équipé d'actionneurs pourra permettre la mise en œuvre des modes actifs. En revanche, les véhicules du LASMEA (V2) et du LESCOT (V3) seront utilisés pour les scénarios mettant en œuvre les modes n'impliquant pas d'action directe sur le véhicule. Les interfaces hommes /machines implantées sur V2 et V3 seront issues de la réflexion engagée par ACKIA et les partenaires du thème 6 parmi les IHM visuelles, auditives et/ou tactiles candidates.

3.2 OBSTACLES


Afin de tester la robustesse des systèmes développés dans ARCOS, il est prévu de réaliser les scénarios collisions sur différents types d'obstacles. Les différents objets retenus pour simuler les obstacles sont les suivants :

- Obstacle N°1 (Obs.1): Silhouette en mousse simulant un piéton. Les dimensions de ce piéton sont indiquées sur la figure 1 de l'annexe 2. Ce piéton peut être utilisé comme obstacle fixe ou mobile. En effet la silhouette en mousse peut être animé d'un mouvement de translation rectiligne, atteignant une vitesse de 3 m/s, par l'intermédiaire d'un vérin pneumatique. Le mécanisme de mise en mouvement est représenté sur la figure 2 de l'annexe 2. Cette silhouette en mousse est conçue pour être heurtée sans créer de dommage au véhicule, par conséquent elle peut être laissée sur la piste au moment de la collision.
- Obstacle N°2 (Obs.2): Silhouette en mousse simulant un véhicule représentatif des dimensions d'un véhicule réel standard. Ce véhicule simulé doit être susceptible d'encaisser les chocs sans engendrer de dommage sur le véhicule de test, de manière à pouvoir être laissé sur la piste au moment de la collision.
- Obstacle N°3 (Obs.3): L'utilisation de plots, boîtes en carton, silhouettes mousse ou polystyrène simulant des obstacles inoffensifs est envisagée. Ces objets seront utilisés en particulier pour être placés en dehors de la trajectoire du véhicule pour simuler des objets de bord de voie.

3.3 AUTRES

Les équipements nécessaires à la réalisation des scénarios et qui ne sont ni des véhicules expérimentaux, ni des obstacles sont présentés ci-dessous.

- Véhicule tiers (VT): Un véhicule utilisé comme objet mobile. Ce véhicule est utilisé comme véhicule suivi ou comme objet coopératif (marquage Infra Rouge). Ses équipements doivent permettre d'enregistrer sa position, sa vitesse et son angle de braquage dans le même référentiel de temps que le véhicule expérimental impliqué dans le scénario.
- Masque (M): Un objet de bord de voie (qui reste à définir) permettant de masquer un objet mobile, avant qu'il ne traverse la voie de circulation.

 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction “Prévenir les collisions”	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 10/29
---	--	---

4 SCENARIO 1 : ARRET SUR OBSTACLE FIXE EN LIGNE DROITE

4.1 CONTOUR FONCTIONNEL

Le scénario permet de tester l'aptitude du système à détecter un obstacle de faibles dimensions dans la voie, dans les limites de caractérisation des composants fonctionnels (largeur 0,3 m, hauteur 1 m). La capacité du système à déclencher un freinage automatique de manière à s'arrêter avant la collision, lorsque celle-ci semble inévitable, est également évaluée. L'absence de fausse alarme (et donc de déclenchement d'un freinage inappropriée) est également contrôlée via les objets de bord de voie.

Les objectifs attendus de ce scénario sont :

- 1 - tester le processus de détection d'un objet qui représente une menace potentielle
- 2 - tester le processus de validation d'un obstacle (menace réelle et nature de l'obstacle)
- 3 - tester l'activation du freinage d'urgence si les conditions sont réunies (objet validé et temps à collision inférieur à la consigne)

4.1.1 Composants fonctionnels testés

Le scénario a été imaginé pour permettre l'évaluation des composants fonctionnels et des critères de caractérisation associés suivants :

- **CF-C1 C1** : Définition de la zone de surveillance des obstacles potentiels
 - Portée de la détection > 45 m
 - Largeur de la zone = voie de circulation (3,5m)
- **CF-C2 C1** : Détection de manière autonome, et sans fausse alarme, des obstacles potentiels dans la zone de surveillance
 - Plus petit objet à percevoir : piéton = 0,3 m de large x 1,00 m de haut
 - Trajectoire de l'obstacle concourante avec la trajectoire du véhicule
 - Fonctionnement nocturne et diurne
- **CF-C8 C1** : Etablir une loi de contrôle permettant de ralentir le véhicule
 - Action de freinage permet de limiter la vitesse du choc de 10 km/h au moins
- **CF-C9 C1** : Disposer des actionneurs nécessaires permettant d'appliquer une décélération automatique et/ou de limiter la vitesse du véhicule
 - Temps de réponse des actionneurs < 0,5 s

4.1.2 Modes de restitution

Pour ce scénario, c'est le niveau *DELEGATION D'ACTION* qui est privilégié, et en particulier le mode Automatique identifié C1C3 « Appliquer une décélération automatique permettant de limiter la vitesse d'impact dans le cas d'une détection d'obstacle validée dans la zone de surveillance des capteurs ».

4.2 MISE EN ŒUVRE

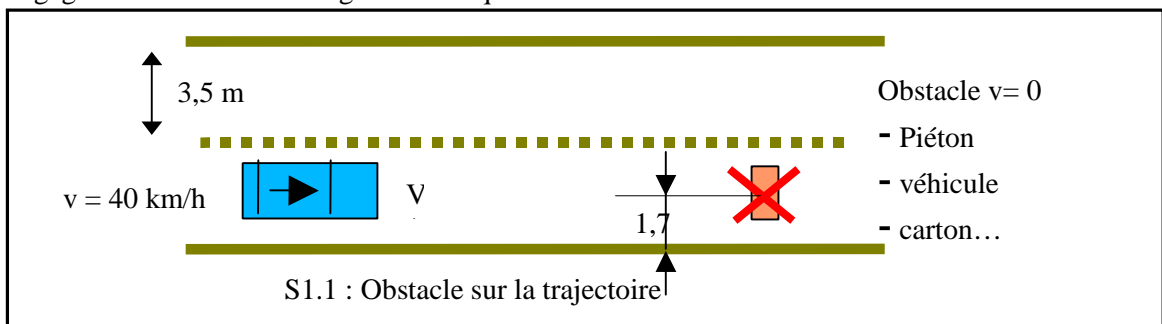
Quatre variantes de ce scénario sont prévues. Dans tous les cas, le véhicule de test (V1) circule sur la piste d'essai, au centre de la voie, en section rectiligne à une vitesse de 40 km/h.

4.2.1 Variante 1 : Obstacle sur la trajectoire

Ce premier cas de figure est illustré par le schéma ci-dessous. Cette variante sera jouée successivement avec les 3 obstacles disponibles décrits au paragraphe 3.2.

Un obstacle immobile est placé au centre de la voie sur laquelle circule le véhicule V1. La cible est positionnée afin d'être visible par le véhicule de test au moins 3 secondes avant la collision éventuelle (soit 33 m à 40 km/h).

Le conducteur du véhicule V1 ne modifie ni sa trajectoire ni sa vitesse à l'approche de la cible, de manière à ce que l'on se retrouve en situation de collision et que le dispositif soit en situation d'engager une action de freinage automatique.

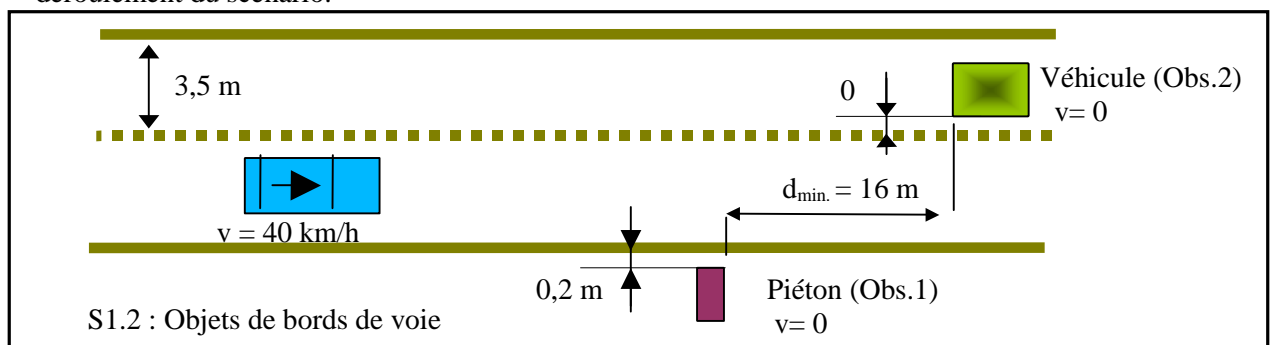


4.2.2 Variante 2 : Objets de bords de voie

Ce second cas de figure est illustré par le schéma S1.2 ci-dessous.

Un objet immobile simulant un piéton (Obs.1) est placé en bord de voie à 20 cm de l'autre côté de la ligne de marquage de la voie de circulation. Un second objet immobile (Obs.2) simulant un véhicule est placé sur la voie adjacente à celle sur laquelle circule le véhicule V1. L'objet immobile (Obs.2) est placé à 20 cm de l'autre côté de la ligne de marquage du centre de la voie.

Le second objet (Obs.2) est placé à une distance correspondant à une seconde et demi du temps de parcours de V1 (soit 16 m à 40 km/h) du piéton (Obs.1), afin que les deux objets soient vus de manière continue par le véhicule V1 lorsque celui-ci se rapproche. Les 2 objets restent en place pendant tout le déroulement du scénario.



Le conducteur du véhicule V1 ne modifie ni sa trajectoire ni sa vitesse lors de son passage, de manière à ce qu'aucun des deux objets ne deviennent un obstacle réel (les objets (Obs.1) et (Obs.2) sont en dehors de la trajectoire). La situation de collision ne se produit donc jamais et le dispositif ne doit donc en aucun cas valider un des objets comme cible.

4.2.3 Variante 3 : Obstacle sur la trajectoire et objet de bord de voie

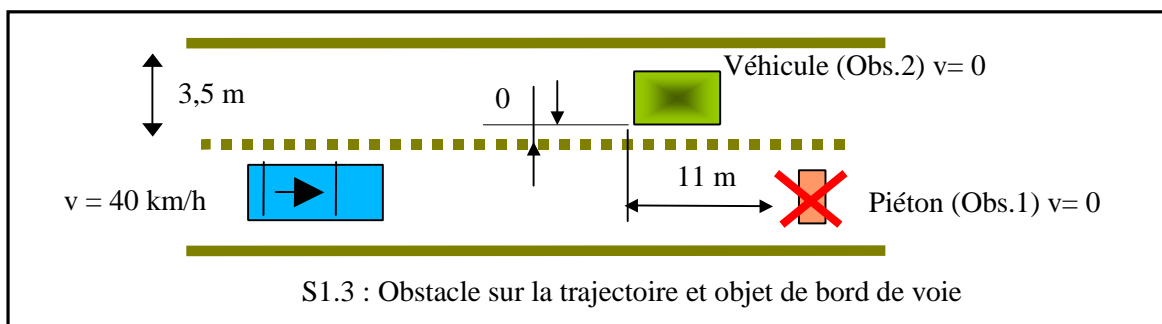
Ce cas de figure est illustré par le schéma S1.3 ci-dessous.

Un objet immobile (Obs.2) simulant un véhicule est placé sur la voie adjacente à celle sur laquelle circule le véhicule V1. L'objet immobile est placé à 20 cm de l'autre côté de la ligne de marquage du centre de la voie. Cet objet reste en place pendant tout le déroulement du scénario.

Un second obstacle immobile simulant un piéton (Obs.1) est placé au centre de la voie sur laquelle circule le véhicule V1. Il est placé à une distance correspondant à une seconde du temps de parcours de V1 (soit 11 m à 40 km/h) du véhicule (Obs.2), afin que les deux objets soient vus de manière continue par le véhicule V1 lorsque celui-ci se rapproche des obstacles.

Le conducteur du véhicule V1 ne modifie ni sa trajectoire ni sa vitesse à l'approche du piéton (Obs.1), de manière à ce que :

- Le véhicule sur la voie adjacente (Obs.2) ne soit jamais sur la trajectoire réelle du véhicule. La situation de collision ne se produit donc pas par rapport à cet objet et le dispositif ne doit donc en aucun cas valider la cible (Obs.2) ni engager une action de freinage automatique.
- on se retrouve en situation de collision avec le piéton (Obs.1) et le dispositif est en situation d'engager une action de freinage automatique.



4.2.4 Variante 4 : Obstacle sur la trajectoire et objet de bord de voie

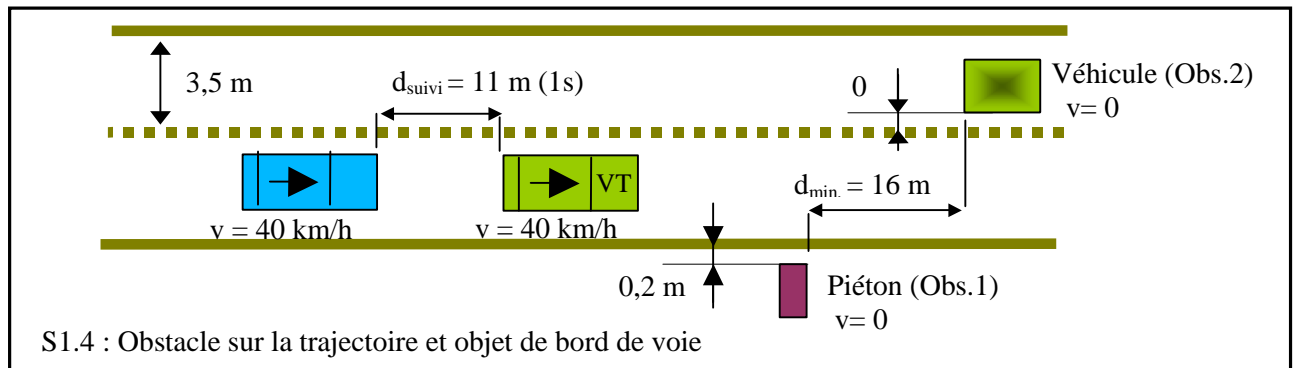
Ce cas de figure est illustré par le schéma S1.4 ci-dessous.

Un objet immobile simulant un piéton (Obs.1) est placé en bord de voie à 20 cm de l'autre côté de la ligne de marquage de la voie de circulation. Un second objet immobile (Obs.2) simulant un véhicule est placé sur la voie adjacente à celle sur laquelle circule le véhicule V1. L'objet immobile (Obs.2) est placé à 20 cm de l'autre côté de la ligne de marquage du centre de la voie.

Le second objet (Obs.2) est placé à une distance correspondant à une seconde et demi du temps de parcours de V1 (soit 16 m à 40 km/h) du piéton (Obs.1), afin que les deux objets soient vus de manière

continue par le véhicule V1 lorsque celui ci se rapproche. Les 2 objets restent en place pendant tout le déroulement du scénario.

Un Véhicule tiers sans équipement particulier (VT) parcourt la section rectiligne de la piste d'essai, au centre de la voie, à une vitesse de 40 km/h. Le conducteur du véhicule V1 part derrière le véhicule tiers (VT) et stabilise sa distance de suivi à 1s (11 m), au moins 100 m avant le passage devant le premier objet (Obs.1).



Aucun des 2 véhicules ne modifie sa trajectoire ou sa vitesse lors de son passage, de manière à ce qu'aucun des trois objets ne deviennent un obstacle réel (les objets (Obs.1) et (Obs.2) sont en dehors de la trajectoire et le temps à collision entre V1 et VT est infini). La situation de collision ne se produit donc jamais et le dispositif ne doit donc en aucun cas valider un des trois objets comme cible.

4.3 EVALUATION DES PERFORMANCES


4.3.1 Indicateurs de performance

Les indicateurs de performance décrits au paragraphe 2.1 sont calculés en utilisant les paramètres suivant :

- $TTC_{max} = 1,2$ s
- $TTC_{Nom} = 1$ s
- $TTC_{min} = 0,5$ s

4.3.2 Grandeurs enregistrées

- Toutes les données indiquées au paragraphe 2.2 doivent être enregistrées pour les 4 variantes proposées.
- Pour la variante N°4, les enregistrements relatifs à la dynamique du véhicule tiers (VT) doivent également être enregistrées et datées avec une référence commune à celle du véhicule V1 :
 - + Dynamique du véhicule tiers (VT)
 - position par rapport à un point de référence (abscisse curviligne)
 - vitesse,
 - accélération,
 - + Distance relative entre le véhicule (VT) et le véhicule (V1)
 - + Vitesse relative entre le véhicule (VT) et le véhicule (V1)

 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction “Prévenir les collisions”	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 14/29
---	--	---

5 SCENARIO 2 : ARRÊT SUR OBSTACLE FIXE EN VIRAGE

5.1 CONTOUR FONCTIONNEL

Le scénario permet de tester l'aptitude du système à détecter un obstacle de faibles dimensions en section courbe (rayon de courbure minimal = R à préciser). La capacité du système à déclencher un freinage automatique de manière à s'arrêter avant la collision, lorsque celle-ci semble inévitable, est également évaluée. L'absence de fausse alarme (et donc de déclenchement d'un freinage inappropriée) est également contrôlée via les objets de bord de voie.

Les objectifs attendus de ce scénario sont :

- 1 - tester le processus de détection d'un objet qui représente une menace potentielle
- 2 - tester le processus de validation d'un obstacle (menace réelle et nature de l'obstacle)
- 3 - tester l'activation du freinage d'urgence si les conditions sont réunies (objet validé et temps à collision inférieur à la consigne)

5.1.1 Composants fonctionnels mis en œuvre et testés :

Le scénario a été imaginé pour permettre l'évaluation des composants fonctionnels suivants :

- **CF-C1 C1** : Définition de la zone de surveillance des obstacles potentiels
 - Portée de la détection > 45 m
 - Largeur de la zone = voie de circulation (3,5m)
 - Prise en compte du rayon de courbure – supérieur à 120 m
- **CF-C2 C1** : Détection de manière autonome, et sans fausse alarme, des obstacles potentiels dans la zone de surveillance
 - Plus petit objet à percevoir : piéton = 0,3 m de large x 1,00 m de haut
 - Trajectoire de l'obstacle concourante avec la trajectoire du véhicule
 - Fonctionnement nocturne et diurne
- **CF-C8 C1** : Etablir une loi de contrôle permettant de ralentir le véhicule
 - Action de freinage permet de limiter la vitesse du choc de 10 km/h au moins
- **CF-C9 C1** : Disposer des actionneurs nécessaires permettant d'appliquer une décélération automatique et/ou de limiter la vitesse du véhicule
 - Temps de réponse des actionneurs < 0,5 s

5.1.2 Modes de restitution envisagés :

Pour cette fonction, c'est le niveau *DELEGATION D'ACTION* qui est privilégié, et en particulier le *mode Automatique identifié C1C3* « Appliquer une décélération automatique permettant de limiter la vitesse d'impact dans le cas d'une détection d'obstacle validée dans la zone de surveillance des capteurs ».

5.2 MISE EN ŒUVRE

Trois variantes de ce scénario sont prévues. Dans les 3 cas, le véhicule de test (V1) circule sur la piste d'essai, au centre de la voie, en section courbe à une vitesse de 30 km/h.

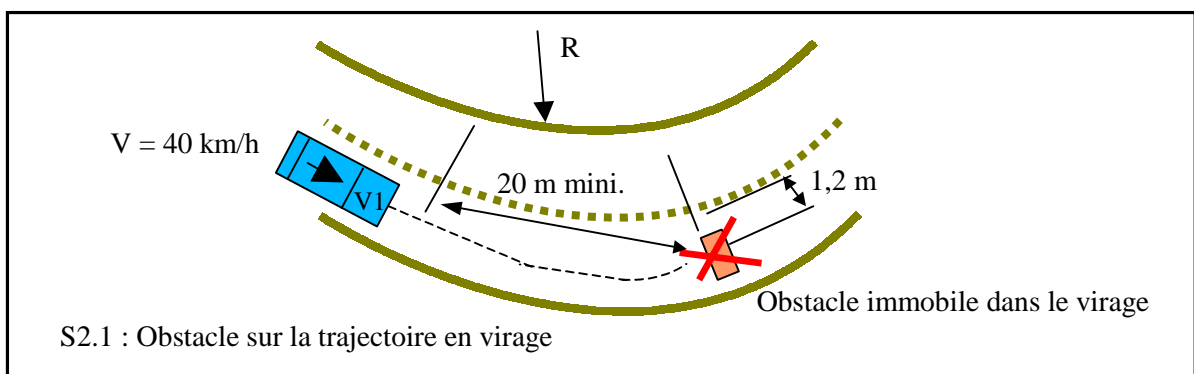
Le rayon de courbure de la piste est compris entre R-10% et R+10%. La longueur du virage doit permettre au véhicule V1 de rester au moins 4 secondes dans le virage (longueur > 35 m à 30 km/h). Les voies de circulation sont délimitées par des lignes de marquage. Le centre de la voie de circulation est matérialisé par une ligne de guidage.

Pour chaque variante, le scénario sera joué successivement avec les 3 obstacles disponibles décrits au paragraphe 3.2.

5.2.1 Variante 1 : Obstacle sur la trajectoire, dans un virage

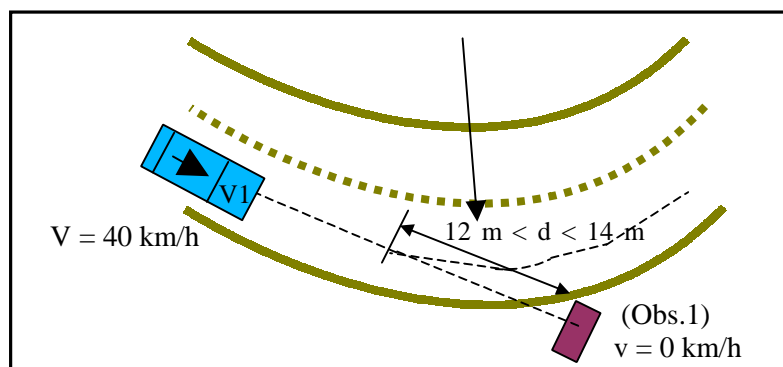
Ce premier cas de figure est illustré par le schéma S.2.1 ci dessous. Un obstacle immobile est placé, dans le virage, à 1,2 m du centre de la voie sur laquelle circule le véhicule V1 (un tiers de la largeur de la voie). La cible est positionnée au moins 20 m après le début du virage. L'obstacle doit être visible au moins 2 secondes avant la collision éventuelle (soit 25 m à 30 km/h).

Le conducteur du véhicule V1 ne modifie pas sa vitesse à l'approche de la cible et suit la trajectoire repérée par la ligne de guidage au centre de la voie, de manière à ce que l'on se retrouve en situation de collision et que le dispositif soit en situation d'engager une action de freinage automatique.



5.2.2 Variante 2 : Obstacle de bord de voie à l'extérieur d'un virage

Ce second cas de figure est illustré par le schéma S.2.2 ci dessous.



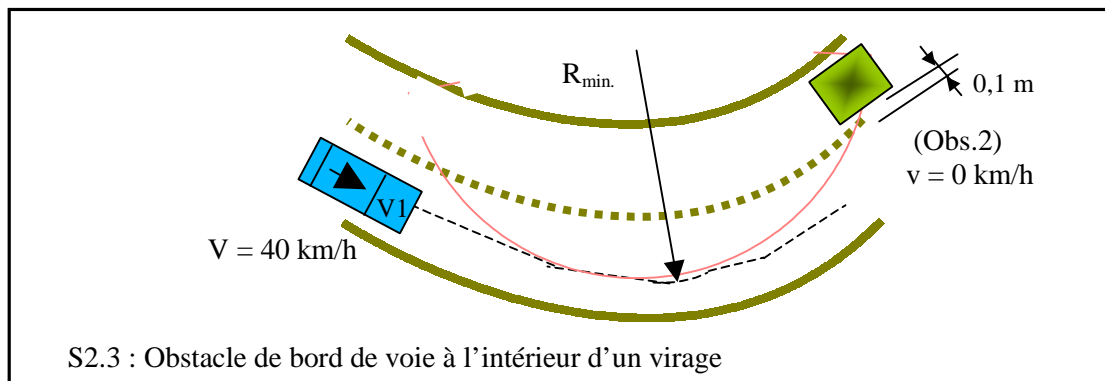
Un obstacle immobile (Obs.1) est placé, dans le virage, à l'extérieur de la voie sur laquelle circule le véhicule V1. (Obs.1) est positionnée sur la tangente à la trajectoire en entrée du virage, à 13 m du point de tangence (1,2 s à 30 km/h).

Le conducteur du véhicule V1 ne modifie pas sa vitesse au passage du virage et suit la trajectoire indiquée par la ligne de guidage, de manière à ce que l'objet de bord de voie (Obs.1) ne deviennent pas un obstacle réel.

5.2.3 Variante 3 : Obstacle de bord de voie à l'intérieur d'un virage

Ce troisième cas de figure est illustré par le schéma S.2.3 ci dessous.

Un obstacle immobile (Obs.2) est placé, dans le virage, sur la voie adjacente à la voie de circulation du véhicule V1. (Obs.2) est positionnée en sortie du virage, à 10 cm de l'autre côté de la ligne de marquage du centre de la voie, de manière à être sur l'arc de cercle correspondant au plus petit rayon de courbure du virage.



Le conducteur du véhicule V1 ne modifie pas sa vitesse au passage du virage et suit la trajectoire indiquée par la ligne de guidage, de manière à ce que l'objet de bord de voie (Obs.2) ne deviennent pas un obstacle réel.

5.3 EVALUATION DES PERFORMANCES


5.3.1 Indicateurs de performance

Les indicateurs de performance décrits au paragraphe 2.1 sont calculés en utilisant les paramètres suivants :

- $TTC_{max} = 1,2$ s
- $TTC_{Nom.} = 1$ s
- $TTC_{min} = 0,5$ s

5.3.2 Grandeurs enregistrées

Toutes les données indiquées au paragraphe 2.2 doivent être enregistrées pour les 3 variantes proposées.

 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction “Prévenir les collisions”	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 17/29
---	--	---

6 SCENARIO 3 : DEMASQUAGE OU APPARITION SUBITE D'UN OBSTACLE

6.1 CONTOUR FONCTIONNEL

Le scénario suivant, permet de tester l'aptitude du système à détecter un obstacle qui apparaît brutalement devant le véhicule (piéton traversant, objet immobile démasqué par un véhicule...). La capacité du système à déclencher un freinage automatique de manière à s'arrêter avant la collision, lorsque celle-ci semble inévitable, est également évaluée.

Les objectifs attendus de ce scénario sont :

- 1 - tester la dynamique du processus de détection (objet qui apparaît soudainement et/ou mobile)
- 2 - tester la dynamique du processus de validation d'un obstacle (changement de cible, obstacle mobile)
- 3 - tester l'activation du freinage d'urgence si les conditions sont réunies (objet validé et temps à collision inférieur à la consigne)

6.1.1 Composants fonctionnels mis en œuvre et testés :

Le scénario décrit ci après a été imaginé pour évaluer les composants fonctionnels suivant :

- **CF-C2 C1** : Détection de manière autonome, et sans fausse alarme, des obstacles potentiels dans la zone de surveillance
 - Plus petit objet à percevoir : piéton = 0,3 m de large x 1,00 m de haut
 - Vitesse transversale de l'obstacle < 2 m/s
 - Fonctionnement nocturne et diurne
- **CF-C7 C1** : Disposer d'une fonction de risque qui permet d'évaluer la probabilité de collision avec un obstacle
 - Trajectoire de l'obstacle : concourante avec la trajectoire du véhicule
- **CF-C8 C1** : Etablir une loi de contrôle permettant de ralentir le véhicule
 - Action de freinage permet de limiter la vitesse du choc de 10 km/h au moins
- **CF-C9 C1** : Disposer des actionneurs nécessaires permettant d'appliquer une décélération automatique et/ou de limiter la vitesse du véhicule
- Temps de réponse des actionneurs < 0,5 s

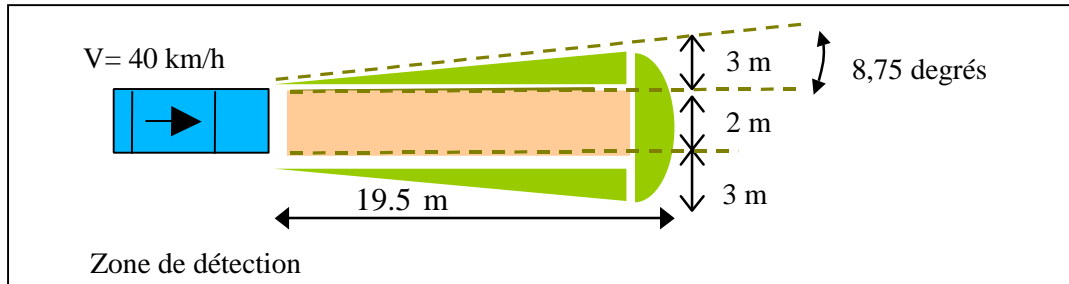
6.1.2 Modes de restitution envisagés :

Pour cette fonction, c'est le niveau *DELEGATION D'ACTION* qui est privilégié, et en particulier le *mode Automatique* identifié C1C3 « Appliquer une décélération automatique permettant de limiter la vitesse d'impact dans le cas d'une détection d'obstacle validée dans la zone de surveillance des capteurs »

6.2 MISE EN ŒUVRE

Deux variantes de ce scénario sont prévues. Dans tous les cas, le véhicule de test (V1) circule sur la piste d'essai, au centre de la voie, en section rectiligne à une vitesse de 40 km/h.

Dans le cas d'un obstacle mobile dont la trajectoire est supposée rectiligne et la vitesse inférieure à 2m/s (cas d'un piéton), la zone de détection correspond alors à un cône de 19,5 m de long et de 8 m de large dans sa partie de largeur maximale, comme présentée dans le schéma ci dessous.



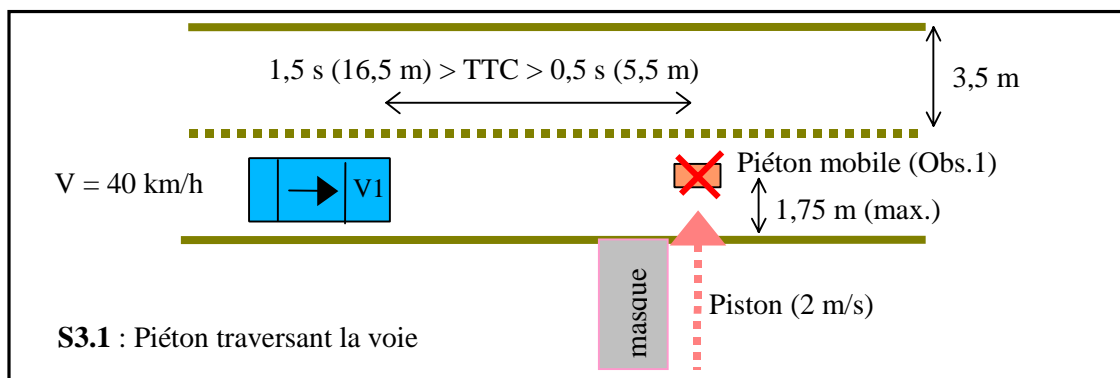
6.2.1 Variante 1 : Piéton masqué traversant la voie

Ce premier cas de figure est illustré par le schéma S.3.1 ci dessous

Un obstacle simulant un piéton en bordure de voie (Obs.1) initialement immobile est masqué par un objet de bord de voie de grande dimension.

Lorsque le véhicule de test V1 se rapproche, le piéton (Obs.1) se déplace perpendiculairement à la route, vers le centre de la voie, à la vitesse de 2 m/s. Le piéton apparaît sur la chaussée (avancé du piéton > 20 cm) lorsque le véhicule est à 1,5 s de distance (16,5 m). Le piéton s'arrête au centre de la voie et fait demi-tour lorsque le véhicule n'est plus qu'à 0,5 s.

Le conducteur du véhicule V1 ne modifie ni sa trajectoire ni sa vitesse à l'approche de la cible, de manière à ce que l'on se retrouve en situation de collision et que le dispositif soit en situation d'engager une action de freinage automatique.



6.2.2 Variante 2 : Obstacle démasqué par un véhicule précédant qui déboîte

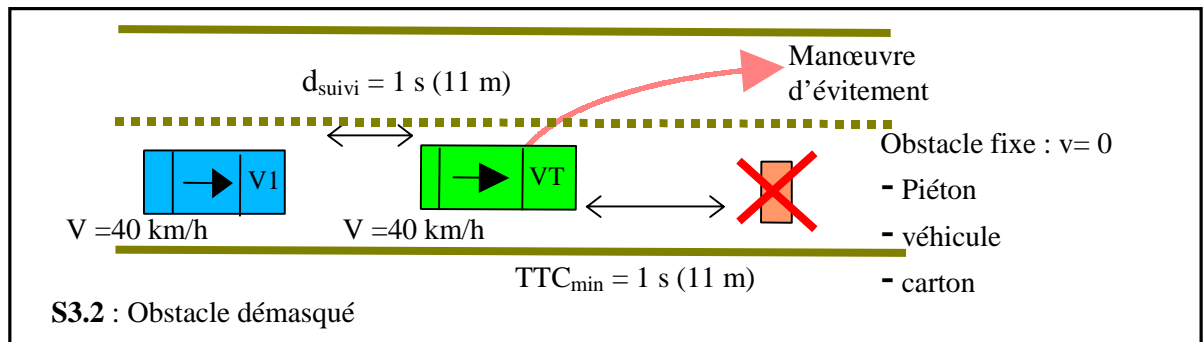
Ce second cas de figure est illustré par le schéma S.3.2 ci dessous. Cette variante sera jouée successivement avec les 3 obstacles disponibles décrits au paragraphe 3.2.

Un obstacle immobile est placé au centre de la voie sur laquelle circule le véhicule V1.

Un Véhicule tiers sans équipement particulier (VT) parcourt la section rectiligne de la piste d'essai, au centre de la voie, à une vitesse de 40 km/h. Le conducteur du véhicule V1 part derrière le véhicule tiers (VT) et stabilise sa distance de suivi à 1s (11 m), au moins 100 m avant le passage de l'obstacle.

Le véhicule tiers (VT) déboîte soudainement et démasque l'obstacle immobile sur la voie. La trajectoire d'évitement du véhicule (VT) lui permet de se décaler de 2 m vers la voie adjacente en 1 seconde. Le véhicule V1 est situé à 25 m de l'obstacle lorsque l'obstacle commence à être démasqué. Le véhicule test est situé à 16,5 m de l'obstacle lorsque celui ci est complètement démasqué.

Le conducteur du véhicule V1 ne modifie ni sa trajectoire ni sa vitesse à l'approche de la cible, de manière à ce que l'on se retrouve en situation de collision et que le dispositif soit en situation d'engager une action de freinage automatique.



6.3 EVALUATION DES PERFORMANCES


6.3.1 Indicateurs de performance

Les indicateurs de performance décrits au paragraphe 2.1 sont calculés en utilisant les paramètres suivant :

- $TTC_{max.} = 1,2$ s
- $TTC_{Nom.} = 1$ s
- $TTC_{min} = 0,5$ s

6.3.2 Grandeurs enregistrées

- Toutes les données indiquées au paragraphe 2.2 doivent être enregistrées pour les 3 variantes proposées.
- Pour la variante N°2, les enregistrements relatifs à la dynamique du véhicule tiers (VT) doivent également être enregistrées et datées avec une référence commune à celle du véhicule V1 :
 - + Dynamique du véhicule porteur
 - position par rapport à un point de référence (abscisse curviligne)
 - vitesse,
 - accélération,
 - + Distance relative entre le véhicule (VT) et le véhicule (V1)
 - + Vitesse relative entre le véhicule (VT) et le véhicule (V1)

 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction “Prévenir les collisions”	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 20/29
---	--	---

7 SCENARIO 4 : PREVENTION D'UNE COLLISION SUR CIBLE COOPERATIVE

7.1 CONTOUR FONCTIONNEL

Le scénario suivant, permet de tester l'aptitude du système à détecter un obstacle, qui se signale de manière coopérative, suffisamment tôt pour avertir le conducteur et lui permettre d'engager une manœuvre appropriée (arrêt ou évitement). La capacité du système à déclencher un freinage automatique de manière à arrêter le véhicule dans le cas où l'obstacle détecté est un vulnérable et que le conducteur n'engage pas d'action est également évaluée.

Les objectifs attendus de ce scénario sont :

- 1 - tester le processus de détection coopératif (portée plus élevée)
- 2 - tester la fonction de risque et la probabilité de collision avec un obstacle
- 3 - tester l'activation du freinage d'urgence si les conditions sont réunies (obstacle vulnérable détecté et absence de manœuvre conducteur adaptée)

7.1.1 Composants fonctionnels mis en œuvre et testés :

Le scénario décrit ci après a été imaginé pour évaluer les composants fonctionnels suivant :

- **CF.C2/C2** : Améliorer la détection des mobiles et de l'infrastructure par la mise en œuvre de système coopératifs
 - Portée de la détection > 90 m
 - Identification des obstacles vulnérables
 - Positionner l'obstacle par rapport à la voie de circulation
- **CF.C8/C2** : Disposer d'une fonction de risque FRC2 qui permet d'évaluer la probabilité de collision et la gravité induite
 - Evaluation de la trajectoire relative de l'obstacle potentiel
 - Estimation de la probabilité de collision et du temps à collision le cas échéant
 - Echelle de restitution au conducteur selon le niveau de risque

7.1.2 Modes de restitution envisagés :

Les modes de restitution de la cible 2 explorés par ce scénario sont les suivants :

Niveau *CONTRÔLE MUTUEL*, modes *AVERTISSEMENT*, *SUGGESTION D'ACTION* :

- **C2C3** « Avertir le conducteur d'une détection d'obstacle validée à une distance compatible avec le temps de réaction et les manœuvres possibles du conducteur »

Ce mode de coopération sera en compétition avec le mode automatique décrit ci-dessous en cas de présence d'un obstacle vulnérable :

- **C2C4** : Exercer un freinage automatique pour arrêter le véhicule sans collision si un obstacle de type vulnérable est détecté

7.2 MISE EN ŒUVRE

Trois variantes de ce scénario sont prévues. Dans tous les cas, le véhicule de test (V1) circule sur la piste d'essai, au centre de la voie, en section rectiligne à une vitesse de 60 km/h.

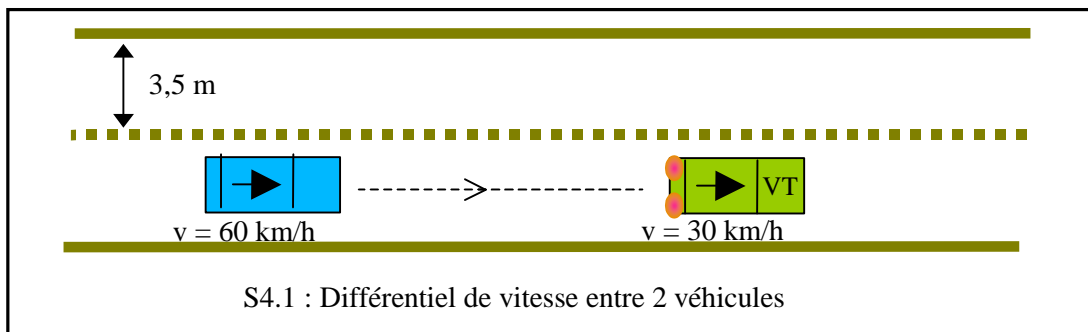
Les objets potentiels sont tous marqués de réflecteurs Infra rouge passifs. Chaque variante est jouée avec un seul type d'obstacle coopératif.

7.2.1 Variante 1 : Différentiel de vitesse avec un véhicule coopératif

Ce cas de figure est illustré par le schéma S4.1 ci-dessous.

Un Véhicule tiers (VT) équipé de marquages passifs, visible en infra rouge, parcourt la section rectiligne de la piste d'essai, au centre de la voie, à une vitesse de 30 km/h. Le conducteur du véhicule V1 part 150 m derrière le véhicule tiers (VT) et stabilise sa vitesse à 60 km/h. Le conducteur du véhicule V1 se rapproche du véhicule tiers (VT) jusqu'à une distance de 10 m (1,2 s) sans modifier ni sa trajectoire ni sa vitesse à l'approche de la cible, de telle manière que le système soit dans les conditions de générer un avertissement au conducteur au moins 3,5 secondes avant la collision éventuelle.

Pour éviter tout risque de collision, en l'absence de signal d'avertissement du système, le conducteur du véhicule V1 engage une manoeuvre de dépassement lorsqu'il s'approche à moins de 10 m du véhicule VT.

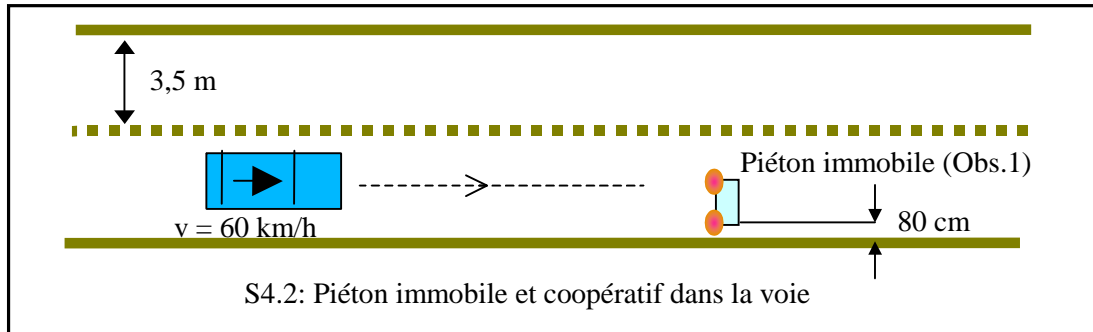


7.2.2 Variante 2 : Vulnérable coopératif sur la voie

Ce cas de figure est illustré par le schéma S4.2 ci-dessous. Il simule l'arrivée sur un piéton ou un cycliste qui avance à faible vitesse dans la voie de circulation. Pour des raisons de simplicité de réalisation l'objet coopératif est immobile dans ce scénario.

Un objet (Obs.1) simulant un piéton est équipé de marquages passifs, visible en infra rouge, est immobile dans une section rectiligne de la piste d'essai, 80 cm à l'intérieur de la voie de circulation du véhicule (V1). Le conducteur du véhicule V1 stabilise sa vitesse à 60 km/h, 150 m au moins avant l'arrivée sur l'obstacle. Le conducteur du véhicule V1 se rapproche du piéton (Obs.1) jusqu'à une distance de 10 m (1,2 s) sans modifier ni sa trajectoire ni sa vitesse à l'approche de la cible, de telle manière que le système soit dans les conditions de générer un avertissement au conducteur au moins 3,5 secondes avant la collision éventuelle.

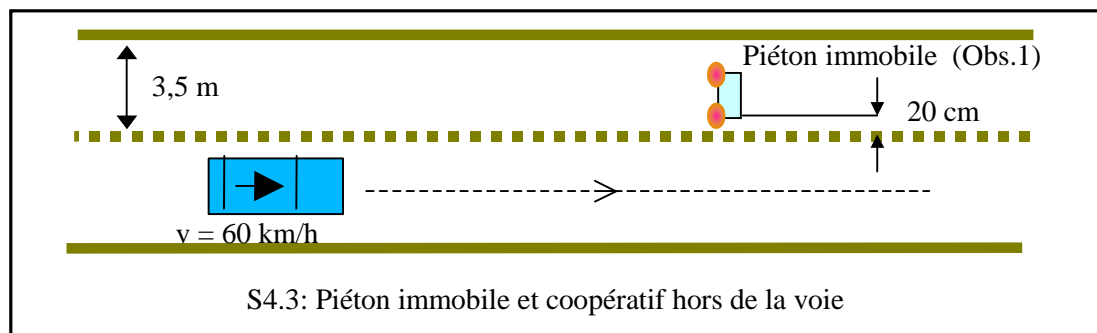
Pour éviter tout risque de collision, en l'absence de signal d'avertissement du système, le conducteur du véhicule V1 engage une manoeuvre de dépassement lorsqu'il s'approche à moins de 10 m du piéton (Obs.1).




7.2.3 Variante 3 : Vulnérable coopératif en bord de voie

Ce cas de figure est illustré par le schéma S4.3 ci-dessous. Il simule l'arrivée sur un piéton ou un cycliste qui avance à faible vitesse à côté de la voie de circulation. Pour des raisons de simplicité de réalisation l'objet coopératif est immobile dans ce scénario.

Un objet (Obs.1) simulant un piéton équipé de marquages passifs, visible en infra rouge, est arrêté dans une section rectiligne de la piste d'essai, de l'autre côté de la voie de circulation du véhicule (V1), à 20 cm à l'extérieur de la voie. Le conducteur du véhicule V1 stabilise sa vitesse à 60 km/h, 150 m au moins avant le passage du vulnérable. Le conducteur du véhicule V1 passe le piéton sans modifier ni sa trajectoire ni sa vitesse à l'approche de la cible, de telle manière que le système ne soit pas dans les conditions de générer un avertissement au conducteur.



 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction “Prévenir les collisions”	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 23/29
---	--	---

7.3 EVALUATION DES PERFORMANCES


7.3.1 Indicateurs de performance

Les indicateurs de performance décrits au paragraphe 2.1 sont calculés en utilisant les paramètres suivant :

- $TTC_{max.} = 3,5$ s
- $TTC_{Nom.} = 3$ s
- $TTC_{min} = 1,5$ s

7.3.2 Grandeurs enregistrées

- Toutes les données indiquées au paragraphe 2.2 doivent être enregistrées pour les 3 variantes proposées.
- Pour la variante N°1, les enregistrements relatifs à la dynamique du véhicule tiers (VT) doivent également être enregistrées et datées avec une référence commune à celle du véhicule V1 :
 - + Dynamique du véhicule porteur
 - position par rapport à un point de référence (abscisse curviligne)
 - vitesse,
 - accélération,
 - + Distance relative entre le véhicule (VT) et le véhicule (V1)
 - + Vitesse relative entre le véhicule (VT) et le véhicule (V1)

 <p>Note_A</p>	ARCOS Scénarios d'évaluation pour la fonction "Prévenir les collisions"	N° : 1222/VIL/NT007 Indice : A Page : 24/29
---	--	---

8 SCENARIO 5 : ESSAI SUR PARCOURS SEMI-URBAIN

8.1 OBJECTIF

L'objectif d'un parcours en milieu semi-urbain est de relever les principaux phénomènes susceptibles de créer des fausses alarmes lors d'un parcours sur circuit ouvert représentatif des conditions rencontrées lors d'un trajet réel.

8.2 MISE EN ŒUVRE

Le véhicule de test circule sur le circuit ARCOS dans le département des Yvelines. Ce circuit, défini en décembre 2002, représente une longueur totale d'environ 40 km.

Le véhicule de test respecte la réglementation du code de la route et ne cherche pas à créer de situation de collision spécifique. Par conséquent on ne devrait pas rencontrer de risque de collision, cet essai vise essentiellement à enregistrer les fausses détections éventuelles et comprendre les mécanismes d'apparition (dépassement, changement de direction, trafic, piétons sur le trottoir, ponts, rond point, dos d'âne...).

8.3 EVALUATION DES PERFORMANCES

8.3.1 Indicateurs de performance

Pour cet essai sur route, c'est le taux de taux de fausses détections qui est relevé.

Ce taux de fausses alarmes en conduite normale est ramené au nombre de validations erronées pour 1000 km parcourus. Cet essai pourra être mis à profit pour explorer l'évolution du nombre de fausse détection en paramétrant le temps à collision maximal (TTC_{Max}) dans la plage [0,9 s - 1,3 s] par palier de 0,1 s. **Grandeurs enregistrées**

Toutes les données indiquées au paragraphe 2.2 doivent être enregistrées. Les données liées aux obstacles éventuelles ne sont pas enregistrées.

Par ailleurs le tracé complet du parcours est sauvegardé dans les bases de données du thème 1 et 3 (attributs des bases de données de la cible 2).



Note_A

ARCOS

Scénarios d'évaluation pour la fonction "Prévenir les collisions"

N° : 1222/VIL/NT007

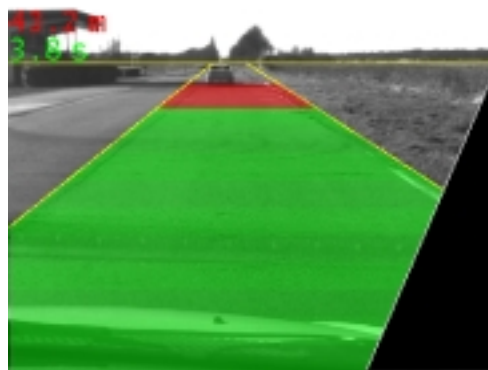
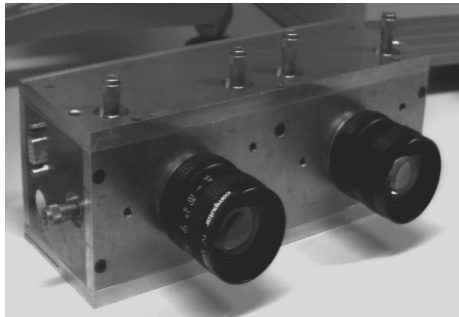
Indice : A

Page : 25/29

ANNEXES

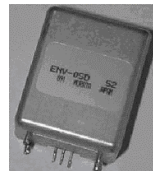
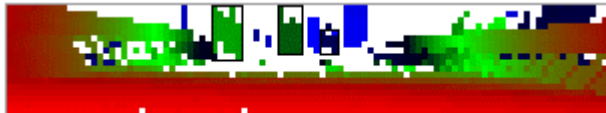
ANNEXE 1 : VEHICULES EXPERIMENTAUX (1/3)

VIPER : Véhicule LIVIC



ANNEXE 1 : VEHICULES EXPERIMENTAUX (2/3)

VELAC : Véhicule LASMEA



ANNEXE 1 : VEHICULES EXPERIMENTAUX (3/3)

Insérer photo véhicule LESCOT

ANNEXE 2 : OBSTACLES (1)

PIETON MOBILE EN MOUSSE

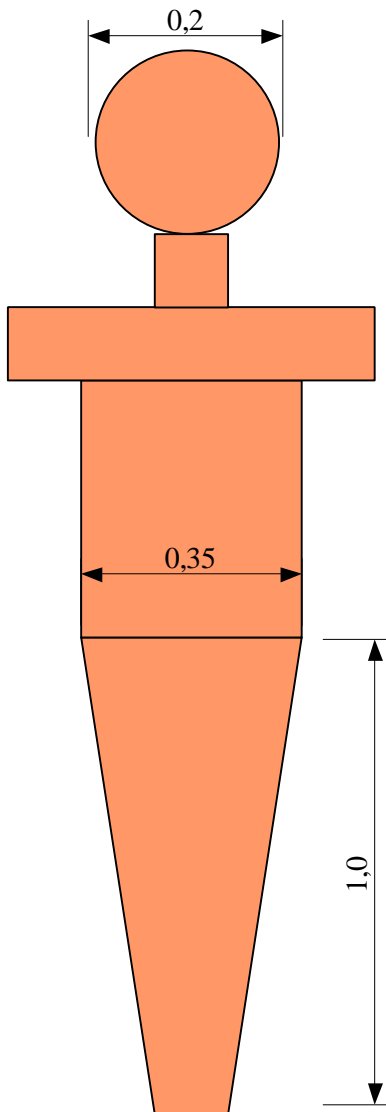


Figure 1 : Silhouette du piéton

Figure 2 : Mécanisme de contrôle des mouvements du piéton

